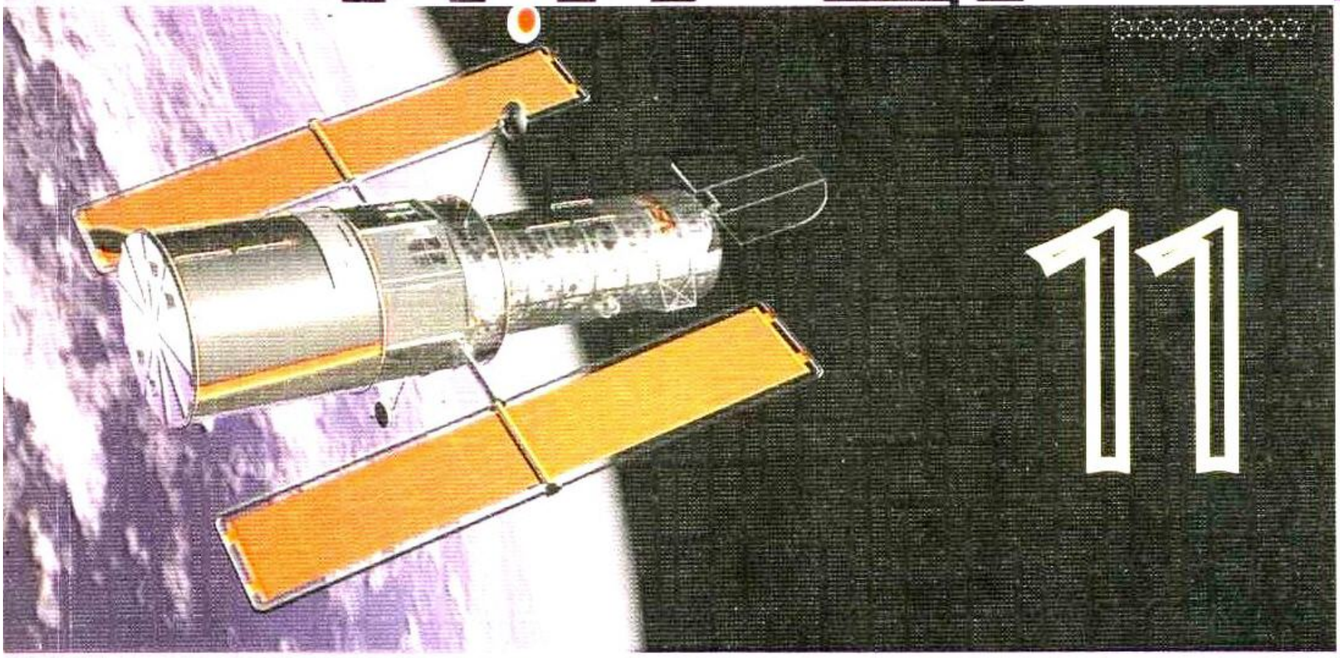
ThS. MAI TRỌNG Ý

Bài tập tự luận và trắc nghiệm

VẬT LÍ



11

Biên soạn theo chương trình & SGK mới

Tài liệu bổ trợ dành cho HS lớp 11 ban KHTN & ban CB.

Ôn tập - kiểm tra & luyện thi trắc nghiệm khách quan

ĐHQG Hà Nội
NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

Th.S. Mai Trọng Ý

DẠY TỐT HỌC TỐT

Bài tập tự luận và trắc nghiệm Vật lí 11

Biên soạn theo chương trình & SGK mới
Tài liệu bổ trợ dành cho HS lớp 11 ban KHTN & ban CB.
Ôn tập - kiểm tra & luyện thi ĐH

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
16 Hàng Chuối - Hai Bà Trưng - Hà Nội
ĐT (04) 9715013; (04) 7685236. Fax: (04) 9714899
***

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Giám đốc PHÙNG QUỐC BẢO
Tổng biên tập NGUYỄN BÁ THÀNH

Biên tập nội dung
NGUYỄN THỦY
Sửa bản in
HOÀNG VĨNH
Trình bày bìa
SƠN KỲ

BÀI TẬP TỰ LUẬN VÀ TRẮC NGHIỆM VẬT LÍ 11
Mã số: 1L - 243ĐH2007
In 2.000 cuốn, khổ 16 × 24 cm tại Công ti cổ phần Văn hoá Tân Bình.
Số xuất bản: 769- 2007/CXB/03 - 114/ĐHQG HN, ngày 21/09/2007.
Quyết định xuất bản số: 556/LK/XB
In xong và nộp lưu chiểu quý IV năm 2007

LỜI NÓI ĐẦU

Năm học 2007 – 2008, lần đầu tiên cả nước thực hiện chương trình và sách giáo khoa lớp 11 THPT phân ban. Nhằm giúp đỡ các em học sinh học tập tốt hơn môn Vật lí chương trình mới chúng tôi biên soạn cuốn "Bài tập tự luận và trắc nghiệm Vật lí 11". Sách gồm 7 chương, được biên soạn sát theo chương trình Vật lí lớp 11 nâng cao năm học 2007–2008. Trong mỗi chương gồm có 3 phần:

1- Tóm tắt kiến thức cơ bản: Đây là phần tóm tắt các kiến thức cơ bản nhất của bài học mà các em học sinh cần nắm vững.

2- Bài tập tự luận: Gồm các bài tập tự luận cơ bản nhất của từng chủ đề trong chương và hướng dẫn giải các bài tập ấy.

3- Câu hỏi trắc nghiệm: Gồm các câu hỏi trắc nghiệm chủ yếu của các bài học trong chương và hướng dẫn trả lời các câu hỏi ấy.

Trong mỗi phần chúng tôi cố gắng chọn lọc các kiến thức cơ bản nhất của chương trình, các bài tập chủ yếu của mỗi phần. Các bài tập này là các bài tập tiêu biểu cần thiết có hướng dẫn giải chi tiết đặt ở cuối mỗi bài. Trong phần câu hỏi, theo tinh thần đổi mới hình thức kiểm tra và thi cử chúng tôi đưa ra dưới dạng trắc nghiệm. Hi vọng rằng cuốn sách là tài liệu tham khảo bổ ích cho các em học sinh và các bạn đồng nghiệp trong năm học mới.

Tuy đã có nhiều cố gắng trong quá trình biên soạn song chắc chắn không thể tránh khỏi một số thiếu sót, kính mong bạn đọc và các bạn đồng nghiệp góp ý cho lần xuất bản sau được tốt hơn.

Mọi góp ý xin gởi về:

- Trung tâm sách giáo dục Alpha - 225^C Nguyễn Tri Phương, P,9, Q.5, Tp. HCM. ĐT: (08) 8107718, 8547464, email: alphabookcenter@yahoo.com

Xin trân trọng cảm ơn.

Tác giả

MỤC LỤC

Lời tựa 3

Mục lục 4

PHẦN I: ĐIỆN HỌC - ĐIỆN TỪ HỌC

Chương 1: **Điện tích – Điện trường** 5

Chương 2: **Dòng điện không đổi** 65

Chương 3: **Dòng điện trong các môi trường** 128

Chương 4: **Từ trường** 162

Chương 5: **Cảm ứng điện từ** 207

PHẦN II: QUANG HÌNH HỌC

Chương 6: **Khúc xạ ánh sáng** 236

Chương 7: **Mắt – Các dụng cụ quang** 258

Phần một
ĐIỆN HỌC - ĐIỆN TỪ HỌC

Chương I
ĐIỆN TÍCH - ĐIỆN TRƯỜNG

A. TÓM TẮT KIẾN THỨC CƠ BẢN

I. ĐIỆN TÍCH - ĐỊNH LUẬT CU-LÔNG

1. Điện tích - Định luật bảo toàn điện tích.

a. Điện tích

+ *Có hai loại điện tích là điện tích dương và điện tích âm. Các điện tích cùng dấu thì đẩy nhau, các điện tích khác dấu thì hút nhau. Đơn vị đo điện tích là Cu-lông, kí hiệu là C.*

+ Điện tích của êlectron có giá trị tuyệt đối $e = 1,6.10^{-19}$ C. Trong tự nhiên không có điện tích nào có giá trị tuyệt đối nhỏ hơn e. Độ lớn của điện tích một hạt bao giờ cũng bằng một số nguyên lần e.

b. Định luật bảo toàn điện tích

+ Ở một hệ vật *cô lập về điện*, nghĩa là hệ không trao đổi điện tích với các hệ khác, thì tổng đại số các điện tích trong hệ là một hằng số. Đó là nội dung của *định luật bảo toàn điện tích*. Ta có: $\sum_{i=1}^{n} q_i = \text{const}$.

2. Định luật Cu-lông

a. Phát biểu định luật

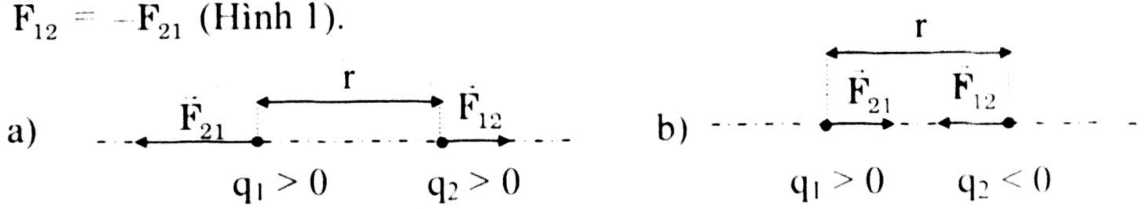
Độ lớn của lực tương tác giữa hai điện tích điểm tỉ lệ thuận với tích các độ lớn của hai điện tích đó và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng.

Phương của lực tương tác giữa hai điện tích điểm là đường thẳng nối hai điện tích điểm đó. Hai điện tích cùng dấu thì đẩy nhau, hai điện tích trái dấu thì hút nhau.

$$\boxed{F = k\frac{|q_1q_2|}{r^2}} \qquad (1)$$

Trong đó, r là khoảng cách giữa hai điện tích q_1, q_2 ; k là hệ số tỉ lệ phụ thuộc vào hệ đơn vị, trong hệ SI, $k = 9.10^9$ (Nm^2/c^2).

b. Chú ý: + Nếu biểu diễn bằng vectơ lực tương tác giữa hai điện tích ta có $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ (Hình 1).



Hình 1 *Phương và chiều của lực tương tác giữa hai điện tích điểm*

a) q_1 cùng dấu với q_2

b) q_1 khác dấu với q_2

c. Lực tương tác của các điện tích trong điện môi (chất cách điện)

$$\boxed{F = 9.10^9 \frac{|q_1q_2|}{\varepsilon r^2}} \qquad (2)$$

Đại lượng ε chỉ phụ thuộc vào tính chất của điện môi mà không phụ thuộc vào độ lớn các điện tích và khoảng cách giữa các điện tích, ε được gọi là *hằng số điện môi.*

II. ĐIỆN TRƯỜNG

1. Điện trường

a. Khái niệm điện trường

Một điện tích tác dụng lực điện lên các điện tích khác ở gần nó vì thế ta nói xung quanh điện tích có điện trường. Các điện tích tương tác với nhau là vì điện tích này nằm trong điện trường của điện tích kia.

b. Tính chất cơ bản của điện trường

Tính chất cơ bản của điện trường là nó tác dụng lực điện lên điện tích đặt trong nó.

2. Cường độ điện trường

Thương số $\frac{\vec{F}}{q}$ *đặc trưng cho điện trường ở điểm đang xét về mặt tác dụng lực. Ta gọi thương số đó là cường độ điện trường và kí hiệu là* $\vec{E}$.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \qquad (3)$$

+ Trong trường hợp đã biết vectơ cường độ điện trường, từ công thức (3.1) ta suy ra:

$$\vec{F} = q\vec{E} \qquad (4)$$

+ Nếu $q > 0$ thì $\vec{F}$ cùng chiều với $\vec{E}$, ngược lại nếu $q < 0$ thì $\vec{F}$ ngược chiều với $\vec{E}$

* Trong hệ SI, đơn vị cường độ điện trường có thể là niutơn trên culông, nhưng người ta thường dùng đơn vị *vôn trên met* kí hiệu là V/m.

3. Điện trường của một điện tích điểm

+ Cường độ điện trường của điện tích điểm Q tại điểm M là:

$$E = 9.10^9 \frac{|Q|}{r^2} \qquad (5)$$

4. Nguyên lí chồng chất điện trường

Giả sử ta có các điện tích điểm $Q_1, Q_2 ... Q_n$. Gọi điện trường của hệ là $\vec{E}$. Gọi $\vec{E}_1$ là điện trường chỉ của điện tích Q_1, $\vec{E}_2$ là điện trường chỉ của điện tích Q_2.... theo nguyên lí chồng chất điện trường thì:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + ... + \vec{E}_n \qquad (6)$$

III. ĐIỆN THẾ – HIỆU ĐIỆN THẾ

1. Công của lực điện

+ Công của lực điện tác dụng lên một điện tích q chuyển động từ M đến N trong điện trường đều: $A_{MN} = qE\overline{M'N'}$ (7)

M', N' là hình chiếu của hai điểm M, N lên trục Ox. $\overline{M'N'}$ là độ dài đại số của đoạn M'N', q có dấu tùy ý.

Công của lực điện trường tác dụng lên một điện tích không phụ thuộc vào dạng đường đi của điện tích mà chỉ phụ thuộc vào vị trí điểm đầu và điểm cuối của đoạn đường đi trong điện trường.

Nhận xét đó đúng cả trong trường hợp điện trường không đều. Do đó điện trường tĩnh là một trường thế.

2. Khái niệm hiệu điện thế

a. Công của lực điện và hiệu thế năng điện tích

Điện trường là một trường thế, ta có thể biểu diễn công của lực điện trường khi điện tích q di chuyển từ điểm M đến điểm N qua hiệu thế năng của điện tích q tại hai điểm đó.

$$A_{MN} = W_M - W_N$$

W_M, W_N là thế năng của điện tích q tại M, N.

b. Hiệu điện thế, điện thế

Thế năng của điện tích q tỷ lệ với điện tích q, nghĩa là $W_M = qV_M$, $W_N = qV_N$. Vậy có thể viết A_{MN} dưới dạng:

$$A_{MN} = q(V_M - V_N) \qquad (8)$$

$(V_M - V_N)$ là *hiệu điện thế* giữa hai điểm M, N (còn gọi là *điện áp* giữa hai điểm M, N):

$$U_{MN} = V_M - V_N = \frac{A_{MN}}{q} \qquad (9)$$

Hiệu điện thế giữa hai điểm trong điện trường là đại lượng đặc trưng cho khả năng thực hiện công của điện trường khi có một điện tích di chuyển từ điểm này đến điểm kia.

+ V_M, V_N được gọi là *điện thế* tại các điểm M, N tương ứng. Công thức (9) cho ta xác định hiệu điện thế nhưng không xác định được điện thế. Điện thế của điện tích phụ thuộc vào cách chọn gốc của điện thế. Người ta thường chọn điện thế của đất làm gốc (nghĩa là coi điện thế của đất bằng 0). Cũng có khi người ta chọn điện thế ở xa vô cực làm gốc.

+ Đặt $V_M - V_N = U_{MN}$, $U_{MN} = -U_{NM}$. Ta quy ước kí hiệu giá trị tuyệt đối của U_{MN} bằng chữ U.

- Trong hệ SI, đơn vị điện thế và hiệu điện thế là *vôn* kí hiệu là V. Nếu $U_{MN} = 1$ V, $q = 1$ C thì $A_{MN} = 1$ J. Vậy vôn là hiệu điện thế giữa hai điểm M, N mà khi có một điện tích dương 1 C di chuyển từ điểm M đến điểm N thì lực điện trường sẽ thực hiện một công dương là 1 J.
- Để đo hiệu điện thế giữa hai vật, người ta dùng *tĩnh điện kế*.

2. Liên hệ giữa điện trường và hiệu điện thế

$$\boxed{E = \frac{U_{MN}}{M'N'}} \qquad (10)$$

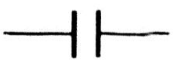
Đó là công thức biểu thị mối liên hệ giữa cường độ điện trường và hiệu điện thế đối với điện trường đều.

Trong trường hợp không cần để ý đến dấu của các đại lượng thì ta có thể viết:

$$\boxed{E = \frac{U}{d}} \qquad (11)$$

với d là khoảng cách giữa hai điểm M', N'.

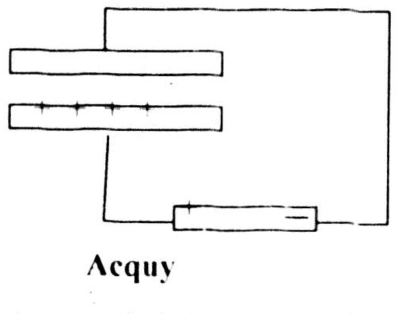
V. TỤ ĐIỆN



1. Tụ điện

a) Định nghĩa

Tụ điện là một hệ hai vật dẫn đặt cách điện gần nhau. Mỗi vật dẫn đó gọi là một bản tụ điện. Khoảng không gian giữa hai bản có thể là chân không hay một chất điện môi nào đó.



Hình 2. *Tích điện cho tụ điện.*

2. Điện dung của tụ điện

a) Định nghĩa

Thương số $\frac{Q}{U}$ *đặc trưng cho khả năng tích điện của tụ điện và được gọi là điện dung của tụ điện và kí hiệu là C.*

$$\boxed{C = \frac{Q}{U}} \qquad (12)$$

- Nếu đã biết U thì ta suy ra:

$Q = CU$ (13)

- Trong hệ SI, đơn vị điện dung là *fara*, kí hiệu là F.

Từ hệ thức (12) nếu cho Q = 1 C, U = 1 V thì C = 1 F.V

Ngoài ra đơn vị đo điện dung còn dùng Micrôfara (μF), nanôfara (nF), picôfara (pF).

$1\mu F = 10^{-6}F$, $1nF = 10^{-9}F$, $1pF = 10^{-12}F$.

b) Công thức tính điện dung của tụ điện phẳng

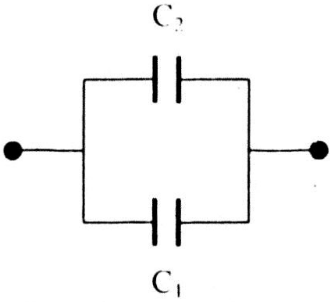
- Tụ điện đơn giản và thường gặp là tụ điện phẳng. Hai bản của tụ điện phẳng là hai tấm kim loại có kích thước lớn đặt đối diện nhau và song song với nhau.
- Điện dung của một tụ điện phụ thuộc vào hình dạng, kích thước của hai bản, vào khoảng cách giữa hai bản và chất điện môi ở giữa hai bản:

$$\boxed{C = \frac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi d}} \qquad (14)$$

trong đó S là phần diện tích đối diện của hai bản, d là khoảng cách giữa hai bản và ε là hằng số điện môi của chất điện môi đổ đầy giữa hai bản.

3. Ghép tụ điện

a) Ghép song song



Hình 3. Hai tụ điện ghép song song.

+ Hiệu điện thế hai đầu bộ tụ: $U = U_1 = U_2 = ...U_n$.

+ Diện tích bộ tụ: $Q = Q_1 + Q_2 + ... + Q_n$

Trong đó: $Q_1 = C_1U, Q_2 = C_2U...$

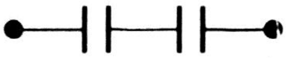
+ Điện dung tương đương:

Thương số $\frac{Q}{U}$ là điện dung tương đương của bộ tụ điện. Kí hiệu điện dung tương đương là C thì:

điện dung tương đương của bộ gồm n tụ điện ghép song song với nhau là:

$$\boxed{C = C_1 + C_2 + ... + C_n} \qquad (15)$$

b) Ghép nối tiếp



Hình 4. Hai tụ ghép nối tiếp

+ Hiệu điện thế của bộ tụ điện: $U = U_1 + U_2$

+ Điện dung của bộ tụ điện là C: $\frac{Q}{C} = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} \ldots + \frac{Q_n}{C_n} \ldots$

Với cách ghép nối tiếp thì điện tích của các tụ điện của bộ bằng nhau và đó cũng là điện tích của cả bộ tụ điện.

$$Q = Q_1 = Q_2 = \ldots = Q_n$$

Từ đó ta rút ra: $$\boxed{\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots + \frac{1}{C_n}} \qquad (16)$$

VI. NĂNG LƯỢNG ĐIỆN TRƯỜNG

1. Năng lượng của tụ điện

Tụ điện tích điện có năng lượng, ta gọi đó là năng lượng của tụ điện.

- Khi tích điện cho tụ điện, thì nguồn điện thực hiện công để đưa điện tích đến các bản tụ điện. Theo định luật bảo toàn năng lượng, công này bằng năng lượng của tụ điện. Năng lượng của tụ điện là:

$$\boxed{W = \frac{QU}{2}} \qquad (17)$$

- Sử dụng công thức (51) thì W còn có thể viết dưới dạng sau:

$$\boxed{W = \frac{CU^2}{2} = \frac{Q^2}{2C}} \qquad (18)$$

2. Năng lượng điện trường

Khi tụ điện tích điện thì trong tụ điện có điện trường. Vì vậy người ta quan niệm, rằng sử dụng năng lượng của tụ điện chính là *năng lượng của điện trường trong tụ điện.*

Công thức tính năng lượng điện trường trong tụ điện phẳng:

$$\boxed{W = \frac{\varepsilon E^2}{9.10^9.8\pi} V} \qquad (19)$$

Năng lượng điện trường trong một đơn vị thể tích gọi là *mật độ năng lượng điện trường*: $$\boxed{w = \frac{\varepsilon E^2}{9.10^9.8\pi}} \qquad (20)$$

Công thức (5.4) có ý nghĩa tổng quát, nó đúng cả cho trường hợp điện trường không đều và điện trường phụ thuộc thời gian.

B. BÀI TẬP TỰ LUẬN

I. ĐIỆN TÍCH – ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐIỆN TÍCH

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 1.1. Có ba vật dẫn, A nhiễm điện dương, B và C không nhiễm điện. Làm thế nào để hai vật dẫn B, C nhiễm điện trái dấu nhau và có độ lớn bằng nhau? Cũng câu hỏi như trên nhưng A nhiễm điện âm.

Trả lời: Đặt B, C tiếp xúc với nhau rồi cho chúng nhiễm điện do hưởng ứng. Sau đó tách chúng ra. Nếu B gần A hơn C thì B nhiễm điện trái dấu với điện tích của A.

Bài 1.2. Có ba quả cầu kim loại, kích thước giống nhau. Quả cầu A mang điện tích +27μC, quả cầu B mang điện tích −3 μC, quả cầu C không mang điện tích. Cho hai quả cầu A và B chạm nhau rồi lại tách chúng ra. Sau đó cho hai quả cầu B và C chạm nhau. Hỏi:

a) Điện tích trên mỗi quả cầu?

b) Điện tích tổng cộng của cả ba quả cầu lúc đầu tiên và lúc cuối cùng?

Giải: a) Khi A và B chạm vào nhau, điện tích $q'_A = \frac{q_A + q_B}{2} = 12$ μC.

Sau khi B chạm vào C thì điện tích của chúng là: $q'_B = q'_C = 6$ μC.

b) Điện tích tổng cộng của hệ trước và sau đều bằng $Q = q_A + q_B + q_C = 24$ μC.

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 1.3. Một thanh kim loại mang điện tích $-5.5.10^{-6}$C. Sau đó nó lại được nhiễm điện để có điện tích 4.5 μC. Hỏi khi đó các êlectron được di chuyển đến thanh kim loại hay từ thanh kim loại di chuyển đi và số êlectron di chuyển là bao nhiêu? Cho biết điện tích của êlectron là $-1.6.10^{-19}$C.

Bài 1.4. Có bốn quả cầu kim loại, kích thước giống nhau. Các quả cầu mang các điện tích: +2,3 μC; -264.10^{-7}C; −5.9μC; $+3.6.10^{-5}$ C. Cho bốn quả cầu đồng thời tiếp xúc với nhau, sau đó lại tách chúng ra. Hỏi điện tích mỗi quả cầu?

Bài 1.5. Cho biết trong 22,4 *l* khí hiđrô ở 0°C và dưới áp suất 1 atm thì có $2.6{,}02.10^{23}$ nguyên tử hiđrô. Mỗi nguyên tử hiđrô gồm hai hạt mang điện là prôtôn và êlectron. Hãy tính tổng các điện tích dương và tổng các điện tích âm trong 1 cm^3 khí hiđrô.

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 1.3. Giải:

Điện tích đã dịch chuyển là: $Q = -5{,}5.10^{-6} - 5{,}5.10^{-6} = -10.10^{-6}$C

Êlectron từ thanh kim loại di chuyển đi. $N = \frac{Q}{e} = \frac{-10.10^{-6}C}{-1,6.10^{-19}} = 6,25.10^{13}$

Số êlectron đã di chuyển: $6,25.10^{13}$ êlectron.

Bài 1.4. Trả lời: $Q = +2,3\ \mu C - 264.10^{-7}C - 5.9\mu C + 3,6.10^{-5}\ C = +\ 1.5\ \mu C$.

Bài 1.5. Giải: Số nguyên tử hiđrô trong một xentimet khối khí:

$$n = \frac{2.6,02.10^{23}}{22,4.10^{3}} = \frac{12.04}{22,4}10^{20} = 0,5375.10^{20}$$

Điện tích của mỗi prôtôn và của mỗi êlectron là các đại lượng đã biết. Từ đó tính được tổng các điện tích dương và tổng các điện tích âm trong 1 cm^3.

$$Q_+ = Q_- = n.e. = 8,6\ C$$

II. ĐỊNH LUẬT CU-LÔNG

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 2.1. Hai điện tích điểm bằng nhau đặt trong chân không cách nhau một khoảng $r_1 = 2cm$. Lực đẩy giữa chúng là $F_1 = 1,6.10^{-4}$ N.

a) Tìm độ lớn của các điện tích đó.

b) Khoảng cách r_2 giữa chúng bằng bao nhiêu để lực tác dụng là $F_2 = 2,5.6.10^{-4}$ N?

Giải: a) Ta có $q_1 = q_2 = q$

$$F_1 = 9.10^9.\frac{q_1.q_2}{r_1^2} = 9.10^9.\frac{q^2}{r_1^2} \Rightarrow q^2 = \frac{F_1.r_1^2}{9.10^9} = \frac{64}{9}.10^{-18}$$

Suy ra: $q = \frac{8}{3}.10^{-9}\ C = 2,67.10^{-9}\ C$

b) $F_2 = 9.10^9.\frac{q^2}{r_2^2} \Rightarrow r_2^2 = 9.10^9.\frac{q^2}{F_2} = 9.10^9.\frac{64.10^{-18}}{9.2,5.10^{-4}}$

$$r_2^2 = \frac{64}{25}.10^{-4}$$

Suy ra: $r_2 = \frac{8}{5}.10^{-2}m = 1.6cm$

Bài 2.2. Đặt 3 điện tích điểm $q_1 = 2.10^{-8}$ C, $q_2 = 10^{-8}$ C, $q_3 = 10^{-8}$ C lần lượt qua 3 đỉnh A, B, C của tam giác vuông ABC ($A = 90^\circ$) có AB = 3cm, AC = 4cm. Tính lực điện tác dụng lên điện tích q_1?

Giải: Điện tích q_2 đẩy điện tích q_1 một lực:

$$F_{d2} = 9.10^9.\frac{q_1.q_2}{AB^2} = 9.10^9.\frac{2.10^{-8}.10^{-8}}{(3.10^{-2})^2} = 2.10^{-3}\ N$$

Điện tích q_3 hút điện tích q_1 một lực:

$$F_{d3} = 9.10^9.\frac{|q_1.q_3|}{AC^2} = 9.10^9.\frac{2.10^{-8}.10^{-8}}{(4.10^{-2})^2} = 1,125.10^{-3}\ N$$

Lực điện tổng hợp tác dụng lên điện tích q_1 là:

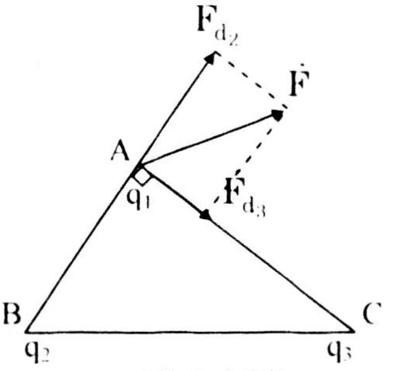
$$\vec{F} = \vec{F}_{d_2} + \vec{F}_{d_3}$$

$\vec{F}_{d2}$ và $\vec{F}_{d3}$ vuông góc nhau nên ta có:

$$F^2 = F_{d_2}^2 + F_{d_3}^2$$

Suy ra $F = \sqrt{F_{d_2}^2 + F_{d_3}^2}$

$$= \sqrt{(4+1,26).10^{-8}} = 2,3.10^{-3}\ N$$



Hình 2.2G

Bài 2.3. Người ta treo hai quả cầu nhỏ có khối lượng bằng nhau m = 0,01g bằng những sợi dây có độ dài l = 50cm (có khối lượng không đáng kể). Khi hai quả cầu nhiễm điện bằng nhau về độ lớn và cùng dấu, chúng đẩy nhau và cách nhau r = 6cm.

a) Tính điện tích của mỗi quả cầu.

b) Nhúng cả hệ thống vào trong rượu có ε = 27. Tính khoảng cách R_1 giữa hai quả cầu. (Bỏ qua lực đẩy Acsimet của rượu.)

Giải: a) Ta có $\sin\alpha = \frac{OA}{AB} = \frac{R}{2l} = 0,06$

Vì góc α nhỏ nên $\sin\alpha \approx \tan\alpha = \frac{R}{2l}$

Quả cầu cân bằng dưới tác dụng của

- Lực điện $\vec{F}_d$

- Trọng lực $\vec{P}$

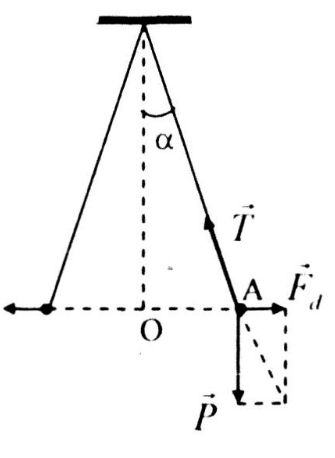
- Sức căng $\vec{T}$ của sợi dây

Ta có: $\tan\alpha = \frac{F_d}{P}$

$$\Rightarrow\quad F_d = mg.\tan\alpha = mg\frac{R}{2l} = 6.10^{-6}\ N$$

$$F_d = 9.10^9.\frac{q^2}{R^2} \Rightarrow q^2 = \frac{F_d.R^2}{9.10^9} = 24.10^{-19}$$

Suy ra: $q = 15,5.10^{-10}$ C



Hình 2.3G

b) Nhúng cả hệ thống vào rượu thì lực điện thay đổi nên khoảng cách 2 quả cầu cũng thay đổi thành R_1. Ta có:

$$F'_d = k.\frac{q^2}{\varepsilon R_1^2} = 9.10^9.\frac{q^2}{\varepsilon R_1^2}$$

và $F'_{đ} = mg.\tan\alpha_1 = mg.\dfrac{R_1}{2l}$

Do đó: $9.10^9.\dfrac{q^2}{\varepsilon R_1^2} = mg.\dfrac{R_1}{2.l}$ (1)

Theo câu a) ta có: $9.10^9.\dfrac{q^2}{R^2} = mg.\dfrac{R}{2l}$ (2)

Chia (2) cho (1) theo vế ta có: $\dfrac{\varepsilon R_1^2}{R^2} = \dfrac{R}{R_1}$

Suy ra: $\varepsilon R_1^3 = R^3$

$$R_1 = \frac{R}{\sqrt[3]{\varepsilon}} = \frac{R}{3} = 2\text{cm}.$$

Chú ý: Vì kích thước các quả cầu khá nhỏ nên ta bỏ qua lực đẩy Acsimet của rượu

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 2.4. Tính lực tương tác điện giữa electron và hạt nhân trong nguyên tử hydrô, biết rằng điện tích của chúng có độ lớn $1,6.10^{-19}$ và khoảng cách giữa chúng là 5.10^{-9} cm. Lực vạn vật hấp dẫn giữa chúng là bao nhiêu? Cho biết: khối lượng electron bằng $9,1.10^{-31}$ kg, khối lượng hạt nhân hydrô bằng 1836 lần khối lượng electron, hằng số hấp dẫn $G = 6,672.10^{-11}$ (SI).

Bài 2.5. Xác định lực tương tác điện giữa hai điện tích $q_1 = 3.10^{-6}$ C và $q_2 = 3.10^{-6}$ C cách nhau một khoảng $r = 3$cm trong hai trường hợp.

a) Đặt trong chân không. b) Đặt trong dầu hỏa ($\varepsilon = 2$)

Giải: a) Đặt trong chân không: $F_1 = 9.10.\dfrac{q_1.q_2}{r^2} = 9.10^9.\dfrac{(3.10^{-6})^2}{(3.10^{-2})^2} = 90$N.

b) Đặt trong dầu hỏa: $F_2 = \dfrac{F_1}{\varepsilon} = \dfrac{90}{2} = 45$N.

Bài 2.6. Cho hai điện tích điểm q_1, q_2 có độ lớn bằng nhau, đặt trong không khí và cách nhau một khoảng r. Đặt điện tích q_3 tại trung điểm của đoạn thẳng nối hai điện tích q_1, q_2. Tìm lực tác dụng lên q_3 trong hai trường hợp:

a) q_1, q_2 cùng dấu. b) q_1, q_2 khác dấu.

Bài 2.7. Có hai điện tích q đặt tại điểm A, B cách nhau một khoảng AB = 2d. Một điện tích $q_1 = q$ đặt trên đường trung trực của AB cách AB một khoảng x.

a) Xác định lực điện tác dụng lên q_1.

b) Áp dụng bằng số: $q = 2.10^{-6}$ C, d = 3cm, $x = 4$cm

Bài 2.8. Hai vật nhỏ mang điện tích, đặt cách nhau một khoảng $R = 2cm$, đẩy nhau một lực $F = 1N$. Độ lớn điện tích tổng cộng của 2 vật bằng 5.10^{-5} C. Tính điện tích của một vật.

Bài 2.9. Cho hai quả cầu nhỏ trung hòa điện, cách nhau 40cm. Giả sử có $4,0.10^{12}$ êlectron từ quả cầu này di chuyển sang quả cầu kia. Hỏi khi đó hai quả cầu hút hay đẩy nhau? Tính độ lớn của lực đó. Cho biết điện tích của êlectron bằng $-1,6.10^{-19}$C.

Bài 2.10. Đem hai quả cầu nhỏ bằng kim loại có kích thước giống nhau, mang điện tích lúc đầu khác nhau, cho tiếp xúc với nhau rồi đem đặt trong chân không cách nhau 5cm. Tính lực tương tác điện giữa 2 quả cầu trong các trường hợp.

a) Điện tích lúc đầu của 2 quả cầu là $q = 3.10^{-6}$ C, $q_2 = -10^{-6}$ C.

b) Điện tích lúc đầu của hai quả cầu là $q_1 = 5.10^{-6}$ C và $q_2 = -3.10^{-6}$ C.

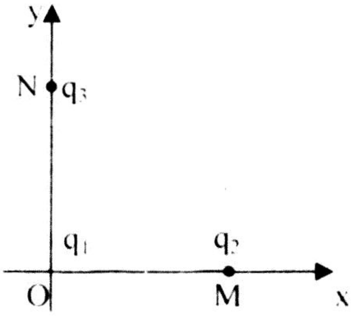
Bài 2.11. Hai quả cầu kim loại nhỏ giống nhau có khối lượng $m = 0,1g$ được treo vào cùng 1 điểm bằng 2 sợi dây có chiều dài bằng nhau $l = 10cm$ (khối lượng sợi dây không đáng kể). Truyền một điện tích Q cho 2 quả cầu thì thấy chúng tách ra và đứng cân bằng khi dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc 15^0.

a) Tính lực tương tác điện giữa hai quả cầu.

b) Tính sức căng của dây treo tại vị trí góc lệch 15^0.

c) Tính điện tích Q. Cho $g = 10m/s^2$.

Bài 2.12. Trong mặt phẳng tọa độ xOy có ba điện tích điểm (Hình 2.12). Điện tích $q_1 = +4\mu C$ được giữ tại gốc tọa độ O. Điện tích $q_2 = -3\mu C$ đặt cố định tại M trên trục Ox, $\overline{OM} = +5$ cm. Điện tích $q_3 = -6\mu C$ đặt cố định tại N trên trục Oy, $\overline{ON} = +10$ cm. Bỏ lực giữ để điện tích q_1 chuyển động. Hỏi ngay sau khi được giải phóng thì điện tích q_1 có gia tốc bao nhiêu? Vẽ vectơ gia tốc của q_1 lúc đó. Cho biết hạt mang điện tích q_1 có khối lượng $m = 5g$.

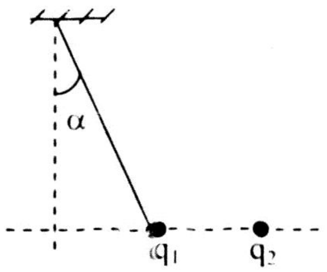


Hình 2.12

Bài 2.13. Tại bốn đỉnh của một hình vuông có 4 điện tích đặt cố định, trong đó có hai điện tích dương, hai điện tích âm. Độ lớn của bốn điện tích đó bằng nhau và bằng $1,5\mu C$. Hệ điện tích đó nằm trong nước ($\varepsilon = 81$) và được sắp xếp sao cho lực tác dụng lên các điện tích đều hướng vào tâm hình vuông. Hỏi các điện tích được sắp xếp như thế nào và tính độ lớn của lực tác dụng lên mỗi điện tích. Cho biết cạnh của hình vuông bằng 10cm.

Bài 2.14. Hai quả cầu giống nhau đặt cách nhau một đoạn r = 20cm hút nhau một lực bằng 4.10^{-3}N. Sau đó cho 2 quả cầu tiếp xúc với nhau và lại đặt chúng cách nhau 20cm như trước và hai quả cầu đẩy nhau một lực $2,25.10^{-3}$ N. Xác định các điện tích ban đầu của 2 quả cầu.

Bài 2.15. Một quả cầu khối lượng 10g, được treo vào một sợi chỉ cách điện. Quả cầu mang điện tích $q_1 = +0,10\mu C$. Đưa quả cầu thứ hai mang điện tích q_2 lại gần thì quả cầu thứ nhất lệch khỏi vị trí lúc đầu, dây treo hợp với đường thẳng đứng góc $\alpha = 30^0$. Khi đó hai quả cầu ở trên cùng một mặt phẳng nằm ngang và cách nhau 3cm (Hình 2.15). Hỏi dấu, độ lớn của điện tích q_2 và sức căng của sợi dây?

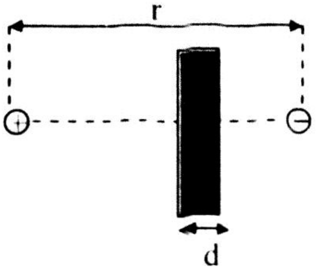


Hình 2.15

Bài 2.16. Có hai quả cầu nhỏ bằng kim loại giống hệt nhau, tích điện dương, treo trên 2 dây mảnh có chiều dài *l* vào cùng một điểm. Khi hệ cân bằng thì góc hợp bởi 2 dây treo là 2α. Sau đó cho 2 quả cầu tiếp xúc với nhau rồi buông ra, khi 2 quả cầu đứng cân bằng thì góc lệch bây giờ là 2α'. So sánh α và α'?

Bài 2.17. Hai điện tích điểm bằng nhau được đặt trong không khí cách nhau 12cm. Lực tương tác giữa hai điện tích đó bằng 10 N. Đặt hai điện tích đó vào trong dầu và đưa chúng cách nhau 8cm thì lực tương tác giữa chúng vẫn bằng 10N. Hỏi độ lớn của các điện tích và hằng số điện môi của dầu?

Bài 2.18. Hai quả cầu nhỏ hoàn toàn giống nhau, mang điện tích q_1, q_2 đặt trong chân không, cách nhau 20cm thì hút nhau một lực $F_1 = 5.10^{-7}$ N. Đặt vào giữa hai quả cầu 1 tấm thủy tinh dày d = 5cm, có hằng số điện môi ε = 4. Tính lực tác dụng giữa hai quả cầu đó.



Hình 2.18

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 2.4. Giải: Lực tương tác điện giữa electron và hạt nhân:

$$F_d = 9.10^9.\frac{q^2}{r^2} = 9.10^9\frac{(1,6.10^{-19})^2}{(5.10^{-11})^2} = 9,2.10^{-8}\text{ N}$$

Lực vạn vật hấp dẫn:

$$F_h = G.\frac{m_1.m_2}{r^2} = 6,672.\frac{9,1.10^{-31}.1836.9,1.10^{-31}}{(5.10^{-11})^2} = 41.10^{-51}\text{ N.}$$

Bài 2.5. Giải:

a) Đặt trong chân không: $F_1 = 9.10.\frac{q_1.q_2}{r^2} = 9.10^9.\frac{(3.10^{-6})^2}{(3.10^{-2})^2} = 90\text{N}$.

b) Đặt trong dầu hỏa: $F_2 = \frac{F_1}{\varepsilon} = \frac{90}{2} = 45N$.

Bài 2.6.

Giải: a) 0.

b) Khi đó lực mà q_1, q_2 tác dụng lên q_3 có độ lớn bằng nhau và cùng chiều.

$$F = 8.9.10^9\frac{|q_1q_3|}{r^2}.$$

Bài 2.7. Giải: a. Khoảng cách giữa q và q_1 là $r = \sqrt{d^2 + x^2}$

Lực điện tác dụng lên q_1 là $f = k\frac{q.q_1}{r^2}$

Hợp lực hai điện tích q tác dụng lên q_1 $F = 2f\cos\alpha$

Bài 2.8. Giải: Hai vật nhỏ đẩy nhau nên chúng mang điện tích q_1, q_2 cùng dấu.

Ta có: $F = 9.10.\frac{q_1q_2}{R^2} \quad \Rightarrow \quad q_1q_2 = \frac{F.R^2}{9.10^9} = \frac{4}{9}.10^{-9}$

Giải hệ phương trình $\begin{cases} q_1q_2 = \frac{4}{9}.10^{-9} \\ q_1 + q_2 = 5.10^{-5} \end{cases}$

Ta có: $q_1 = 4,6.10^{-5}C$ và $q_2 = 0,4.10^{-5}C$.

Bài 2.9. Giải: Khi đó một quả cầu nhiễm điện dương, một quả cầu nhiễm điện âm. Do đó hai quả cầu hút nhau.

Trị số tuyệt đối của điện tích trên mỗi quả cầu:

$q = 4.10^{12}.1,6.10^{-19} = 6,4.10^{-7}$ C.

Lực tương tác giữa hai quả cầu:

$$F = 9.10^9\frac{q^2}{r^2} = 9.10^9\frac{(6,4.10^{-7})^2}{(0,4)^2} = 23,0.10^{-3} \text{ N}.$$

Bài 2.10. Giải: a) Hai quả cầu kim loại giống hệt nhau nên sau khi tiếp xúc điện tích của mỗi quả cầu là: $q = \frac{q_1 + q_2}{2} = 2.10^{-5}$ C

Vậy lực tương tác điện là: $F = 9.10^9.\frac{q^2}{R^2} = 9.10^9.\frac{(2.10^{-6})^2}{(5.10^{-2})^2} = 14,4$ N.

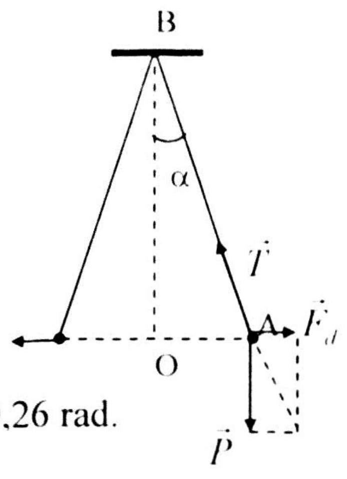
b) Điện tích của mỗi quả cầu sau khi tiếp xúc là:

$$q = \frac{q_1 + q_2}{2} = 10^{-6} \text{ C}$$

Lực tương tác điện: $F = 9.10^9.\frac{(10^{-6})^2}{(5.10^{-2})^2} = 3,6$ N.

Bài 2.11. Giải: Quả cầu đứng cân bằng dưới tác dụng của các lực:

- Lực điện $\vec{F}_d$
- Trọng lực $\vec{P}$
- Lực căng $\vec{T}$ của dây



Hình 2.11G

a) Ta có: $\alpha = 15^0 = 0{,}26$ rad

Ta có: $tg\alpha = \dfrac{F_d}{P}$

$\Rightarrow\ F_d = P.tg\alpha = mgtg\alpha$

Vì $\alpha = 0{,}26$ rad là góc nhỏ nên $tg\alpha \approx 0{,}26$ rad.

Vậy $F_d = 10^{-4}.10.0{,}26 = 26.10^{-5}$ N

b) Sức căng của dây treo

Ta có $T = \dfrac{P}{\cos\alpha} = \dfrac{mg}{\cos 15^0} = \dfrac{0{,}0001.10}{0{,}9659} = 103.10^{-5}$ N

c) Điện tích Q

Ta có: $\sin\alpha = \dfrac{OA}{AB} = \dfrac{R}{2l} \approx \tan\alpha = 0{,}26$

Suy ra: $R = 0{,}26.\ 2l = 5{,}2$cm

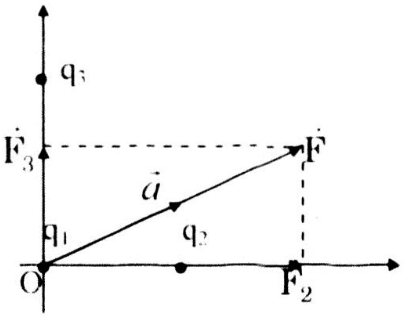
Điện tích của mỗi quả cầu là $q = \dfrac{Q}{2}$

Ta có: $F_d = 9.10^9.\dfrac{q^2}{R^2} = 9.10^9.\dfrac{Q^2}{4.R^2}$

Suy ra: $Q^2 = \dfrac{4.R^2.F_d}{9.10^9} = \dfrac{4.(5,2.10^{-2})2.26.10^{-5}}{9.109} = 312.10^{-18}$

Vậy: $Q = 17{,}7.10^{-9}$ C

Bài 2.12. Giải: Gọi $\vec{F}_2, \vec{F}_3$ là các lực mà q_2, q_3 tác dụng lên q_1 (Hình 2.12 G)



Hình.2.12G

$$F_2 = k\frac{|q_1q_2|}{r_2^2};\ F_3 = k\frac{|q_1q_3|}{r_3^2}$$

$$\frac{F_2}{F_3} = \frac{q_2}{q_3}\left(\frac{r_3}{r_2}\right)^2 = 2$$

$$F^2 = F_2^2 + F_3^2 = 5F_3^2$$

$F = ma.$

Suy ra: $a = \dfrac{F}{m} = \dfrac{\sqrt{5}F_3}{m} = \dfrac{9.24}{\sqrt{5}}10^2 = 96{,}6\ m/s^2$.

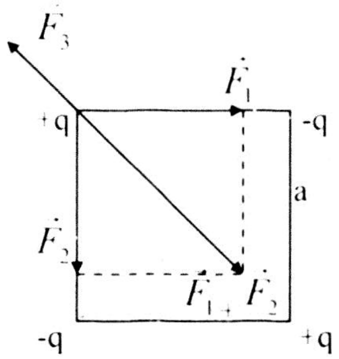
Bài 2.13. Giải: Bốn điện tích được sắp xếp như Hình 2.13G

$F_1 = F_2 = k\dfrac{q^2}{\varepsilon a^2}$ trong đó $k = 9.10^9$.

$F_3 = k\dfrac{q^2}{\varepsilon.2a^2}$

$\left|\vec{F}_1 + \vec{F}_2\right| = 2F_1 \cos 45^{\circ}$

$F = \left|\vec{F}_1 + \vec{F}_2\right| - F_3 = 0,023$ N.



Hình 2.13G

Bài 2.14. Giải: Gọi q_1, q_2 là điện tích lúc đầu của 2 quả cầu (số đại số). Ta có:

$F_1 = 9.10^9.\dfrac{|q_1.q_2|}{r^2} \quad \Rightarrow \quad |q_1.q_2| = \dfrac{F_1.r^2}{9.10^9}$

$|q_1.q_2| = \dfrac{4.10^{-3}.(20.10^{-2})^2}{9.10^9} = 1,78.10^{-14}$

Suy ra: $q_1q_2 = -1,78.10^{-14}$ (1) (Vì q_1 trái dấu với q_2)

Sau khi tiếp xúc điện tích trên mỗi quả cầu bằng nhau và bằng

$q = \dfrac{q_1 + q_2}{2}$

Ta có: $F_2 = 9.10^9\dfrac{q^2}{r^2} = 9.10^9\dfrac{\left(\dfrac{q_1 + q_2}{2}\right)^2}{r^2}$

$\dfrac{(q_1 + q_2)^2}{2^2} = \dfrac{F_2.r^2}{9.10^9} = \dfrac{2,25.10^{-3}.(20.10^{-2})^2}{9.10^9} = 100.10^{-16}$

Suy ra: $\dfrac{q_1 + q_2}{2} = \pm 10.10^{-8}$ C

$q_1 + q_2 = \pm 2.10^{-7}$ (2)

Giải hệ phương trình: $\begin{cases} q_1.q_2 = -1,78.10^{-14} & (1) \\ q_1 + q_2 = \pm 2.10^{-7} & (2) \end{cases}$

Ta có: $\begin{cases} q_1 = 0,67.10^{-7}\text{ C} \\ q_2 = -2,67.10^{-7}\text{ C} \end{cases}$ $\begin{cases} q_1 = 2,67.10^{-7}\text{ C} \\ q_2 = -0,67.10^{-7}\text{ C} \end{cases}$

$\begin{cases} q_1 = -2,67.10^{-7}\text{ C} \\ q_2 = 0,67.10^{-7}\text{ C} \end{cases}$

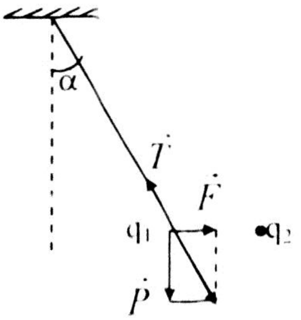
Bài 2.15. Trả lời: $F = \tan 30^{\circ}.P$

$\Leftrightarrow k\dfrac{|q_1q_2|}{r^2} = \tan 30^{\circ}\ mg$

$$q_2 = -\frac{\sqrt{3}}{2q_1}10^{14} = \frac{\sqrt{3}}{2}10^{-7} = 0{,}087\ \mu C.$$

Sức căng T của sợi dây (Hình 22G):

$$T = \frac{P}{\cos 30^0} = 0{,}115\ N.$$



Hình 2.15G

Bài 2.16. Giải: Khi chưa tiếp xúc, điện tích của các quả cầu là q_1, q_2

Vì α là góc nhỏ nên ta có:

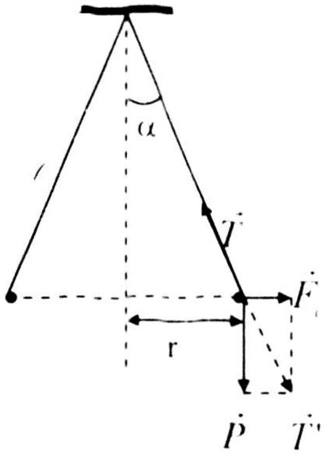
$$\sin\alpha = \tan\alpha = \frac{F_d}{P} = k\frac{q_1q_2}{P.r^2} \qquad (1)$$

Ta cũng có $\tan\alpha \approx \frac{r}{2l} \Rightarrow r = 2l\tan\alpha$

Thay $r = 2l\tan\alpha$ vào (1) ta có:

$$\tan\alpha = k\frac{q_1q_2}{4Pl^2\tan^2\alpha}$$

$$= \tan^3\alpha = k\frac{q_1q_2}{4Pl^2} \qquad (2)$$



Hình 2.16G

Sau khi tiếp xúc điện tích của các quả cầu là $q = \frac{q_1 + q_2}{2}$

Cũng tính tương tự như trên ta có $r' = 2l\tan\alpha$

Ta có: $$\tan\alpha' = \frac{F'_d}{P} = k\frac{\left(\frac{q_1 + q_2}{2}\right)^2}{P.r'^2} = k\frac{\left(\frac{q_1 + q_2}{2}\right)^2}{4Pl^2\tan^2\alpha'}$$

Suy ra: $$\tan^3\alpha' = k\frac{\left(\frac{q_1 + q_2}{2}\right)^2}{4Pl^2} \qquad (3)$$

Chia (3) cho (2) ta có: $$\frac{\tan^3\alpha'}{\tan^3\alpha} = \frac{\left(\frac{q_1 + q_2}{2}\right)^2}{q_1q_2} \qquad (4)$$

Ta so sánh $\left(\frac{q_1 + q_2}{2}\right)^2$ với $q_1 q_2$

Ta có $$\left(\frac{q_1 + q_2}{2}\right)^2 - q_1q_2 = \frac{q_1^2 + q_2^2 + 2q_1q_2 - 4q_1q_2}{4}$$

$$= \frac{q_1^2 + q_2^2 - 2q_1q_2}{4} = \frac{(q_1 - q_2)^2}{4} > 0$$

Suy ra: $$\left(\frac{q_1 + q_2}{2}\right)^2 > q_1q_2 \qquad (5)$$

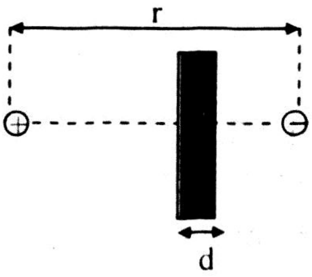
Từ (4) (5) ta được: $\Rightarrow \tan^3\alpha' > \tan^3\alpha \Rightarrow \alpha' > \alpha$.

Bài 2.17.Giải: Áp dụng công thức định luật Cu–lông ta rút ra: $q^2 = \frac{Fr^2}{9.10^9}$.

Thay số ta được $q^2 = 4^2.10^{-12}$. Do đó $q = \pm 4.10^{-6}$ C.

Khi đưa hai điện tích vào trong dầu, lực tương tác giữa hai điện tích vẫn như cũ nên có thể viết $\varepsilon r_2^2 = r_1^2$. Suy ra $\varepsilon = 2,25$.

Bài 2.18. Giải: Lực tương tác điện giữa 2 điện tích có độ lớn q_1, q_2 đặt cách nhau 1 khoảng r là:



Hình 2.18G

Trong chân không: $F_1 = k\frac{q_1q_2}{r^2}$

Trong điện môi ε: $F_2 = k\frac{q_1q_2}{\varepsilon r^2}$

Ta thấy lực F_2 tương đương với lực tương tác q_1 và q_2 khi chúng đặt trong chân không cách nhau một khoảng r' sao cho:

$r'^2 = \varepsilon r^2$ hay $r' = r\sqrt{\varepsilon}$

Do đó khi đặt giữa 2 quả cầu tấm thủy tinh có bề dày d thì ta xem như chúng được đặt trong chân không cách nhau một khoảng r.

Ta có: $r' = r - d + d\sqrt{\varepsilon}$

Lực tương tác điện giữa hai quả cầu là:

$$F_2 = k.\frac{q_1.q_2}{r'^2} = k.\frac{q_1q_2}{(r - d + d\sqrt{\varepsilon})^2}$$

Ta có $$\frac{F_2}{F_1} = \frac{r^2}{(r - d + d\sqrt{\varepsilon})^2}$$

$$\Rightarrow F_2 = \frac{r^2}{(r - d + d\sqrt{\varepsilon})^2} F_1 = 3,2.10^{-7}\text{ N}$$

Vậy $F_2 = 3,2.10^{-7}$ N.

II. ĐIỆN TRƯỜNG

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 3.1. Một điện tích $q = 10^{-7}$ đặt trong điện trường của một điện tích điểm Q, chịu tác dụng lực $F = 3.10^{-3}N$. Tính cường độ điện trường tại điểm đặt điện tích q và tìm độ lớn của điện tích Q. Biết rằng hai điện tích đặt cách nhau một khoảng r = 30 cm trong chân không.

Giải: Lực điện trường tác dụng lên điện tích q:

$$F = qE \Rightarrow E = \frac{F}{q} = \frac{3.10^{-3}}{10^{-7}} = 3.10^{4}\ V/m$$

Vậy cường độ điện trường tại điểm đặt q là $E = 3.10^{4}$ V/m.

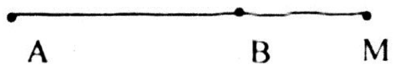
Ta có: $E = 9.10^{9}\frac{Q}{r^2}$ (trong chân không $\varepsilon = 1$)

Suy ra: $Q = \frac{E.r^2}{9.10^9} = \frac{3.10^4(30.10^{-2})^2}{9.10^9} = 3.10^{-7}C$

Bài 3.2. Đặt 2 điện tích điểm $q_1 = -4.10^{-6}C$, $q_2 = 10^{-6}C$ tại 2 điểm A, B cách nhau 8 cm. Xác định vị trí điểm M tại đó cường độ điện trường bằng 0.

Giải: Điện trường tổng hợp tại M do q_1, q_2 gây ra là:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$



Hình 3.2

Với $E_1 = k.\frac{|q_1|}{MA^2}$ và $E_2 = k.\frac{|q_2|}{MB^2}$

Điều kiện để $\vec{E} = 0$ là $\vec{E}_1$ và $\vec{E}_2$ trực đối nhau, tức là:

- $\vec{E}_1$ và $\vec{E}_2$ cùng phương: Vậy M phải nằm trên đường AB.
- $\vec{E}_1$ ngược chiều $\vec{E}_2$: Vậy M phải nằm ngoài AB vì q_1 và q_2 trái dấu.
- $E_1 = E_2$: Vậy M phải ở gần B vì $|q_2| < |q_1|$ nên MB < MA

Đặt BM = d (cm) $\Rightarrow$ MA = (8 + d) cm

Ta có: $E_1 = E_2 \Leftrightarrow \frac{k.|q_1|}{(8+d)^2} = k.\frac{|q_2|}{d^2}$

$$\Leftrightarrow \frac{4.10^{-6}}{(8+d)^2} = \frac{10^{-6}}{d^2}$$

Suy ra $(8 + d)^2 - 4d^2 = 0$ (1)

Giải hệ phương trình (1) ta có d = 8 cm và $d = -\frac{8}{3}$ cm (loại).

Vậy điểm M cách điểm B 8 cm, cách A 16 cm.

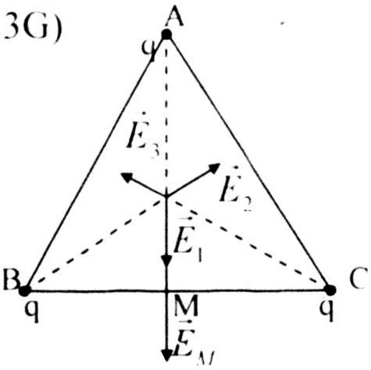
Bài 3.3. Tại ba đỉnh của tam giác đều, cạnh 10cm có ba điện tích bằng nhau và bằng 10nC. Hãy xác định cường độ điện trường tại:

a) trung điểm của cạnh tam giác.

b) tâm của tam giác.

Giải. a) Gọi M là trung điểm của cạnh BC (Hình 3.3G)

Ta có: $E_M = \dfrac{kq}{a^2 - \dfrac{a^2}{4}} = 12000$ V/m.



Hình 3.3G

b) Các góc hợp bởi $\vec{E}_1$, $\vec{E}_2$; $\vec{E}_2$, $\vec{E}_3$; $\vec{E}_3$, $\vec{E}_1$ bằng nhau và bằng 120^0. Ngoài ra do tính đối xứng của tam giác đều nên $E_1 = E_2 = E_3$. Vì vậy: $\vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = 0$.

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 3.4. Điện tích điểm $q = -3,0.10^{-6}$ được đặt tại điểm mà tại đó điện trường có phương thẳng đứng, chiều từ trên xuống dưới và cường độ E = 12000 V/m. Hỏi phương, chiều và độ lớn của lực tác dụng lên điện tích q?

Bài 3.5. Một điện tích điểm q = 2,5 μC được đặt tại điểm M. Điện trường tại M có hai thành phần $E_x = +6000$ V/m, $E_y = -6\sqrt{3}.10^3$ V/m. Hỏi:

a) Góc hợp bởi vectơ lực tác dụng lên điện tích q và trục Oy?

b) Độ lớn của lực tác dụng lên điện tích q?

Bài 3.6 Có hai điện tích q_1, q_2 đặt cách nhau 10 cm. Điện tích $q_1 = 5.10^{-9}$ C, điện tích $q_2 = -5.10^{-9}$ C. Xác định vectơ cường độ điện trường tại điểm M nằm trên đường thẳng đi qua hai điện tích đó và:

a) cách đều hai điện tích b) cách q_1 5 cm và cách q_2 15 cm

Bài 3.7. Cho hai tấm kim loại song song, nằm ngang, nhiễm điện trái dấu. Khoảng không gian giữa hai tấm kim loại đó chứa đầy dầu. Một quả cầu bằng sắt bán kính R = 1cm mang điện tích q nằm lơ lửng trong lớp dầu. Điện trường giữa hai tấm kim loại là điện trường đều hướng từ trên xuống dưới và có cường độ 20 000 V/m. Hỏi độ lớn và dấu của điện tích q? Cho biết khối lượng riêng của sắt là 7800 kg/m^3, của dầu là 800 kg/m^3. Lấy g = 10 m/s^2.

Bài 3.8. Hai điện tích điểm $q_1 = -9$ μC, $q_2 = 4$ μC nằm cách nhau 20cm. Tìm vị trí mà tại đó điện trường bằng không.

Bài 3.9. Hai điện tích $q_1 = q_2 = 5.10^{-16}$ C được đặt cố định tại hai đỉnh B, C của một tam giác đều cạnh là 8 cm. Các điện tích đặt trong không khí.

a) Xác định cường độ điện trường tại đỉnh A của tam giác nói trên.

b) Câu trả lời sẽ thay đổi thế nào nếu $q_1 = 5.10^{-16}$ C, $q_2 = -5.10^{-16}$ C?

Bài 3.10. Cho 4 điện tích điểm có cùng độ lớn q đặt tại 4 đỉnh của một hình vuông cạnh a. Xác định cường độ điện trường gây ra bởi 4 điện tích đó tại tâm O của hình vuông trong các trường hợp:

a) Bốn điện tích cùng dấu.

b) Hai điện tích có dấu + và hai điện tích có dấu –.

Bài 3.11 Cường độ điện trường của một điện tích điểm tại A bằng 36V/m, tại B bằng 9V/m. Hỏi cường độ điện trường tại trung điểm của AB? Cho biết hai điểm A, B nằm trên cùng một đường sức.

Bài 3.12. Có hai điện tích điểm có khối lượng lần lượt là m và M, có điện tích lần lượt là –q và +Q được đặt trên cùng một đường sức của một điện trường đều, cách nhau a. Hãy xác định chiều của đường sức và độ lớn của vectơ cường độ điện trường để khi hai điện tích điểm được gia tốc và chuyển động thì khoảng cách giữa chúng không thay đổi.

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 3.4. Giải: $\vec{F}$ có phương thẳng đứng, có chiều hướng từ dưới lên trên.

$F = |q|E = 0{,}036$ N.

Bài 3.5. Giải: a) $\tan\alpha = \dfrac{E_x}{|E_y|} = \dfrac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$. Góc hợp bởi $\vec{F}$ và trục Oy bằng 150°.

b) $F^2 = F_x^2 + F_y^2 = q^2(E_x^2 + E_y^2) \Rightarrow F = 0{,}03$ N.

Bài 3.6. Giải: a) $\vec{E}_M$ trong trường hợp này được vẽ trên Hình 3.7a. Vì các véctơ $\vec{E}_1$, $\vec{E}_2$ cùng hướng và độ lớn là:

$$E_1 = E_2 = 9.10^9\frac{q}{r^2} = \frac{9.10^9.5.10^{-9}}{25.10^{-4}} = 1{,}8.10^4 \text{ V/m}$$

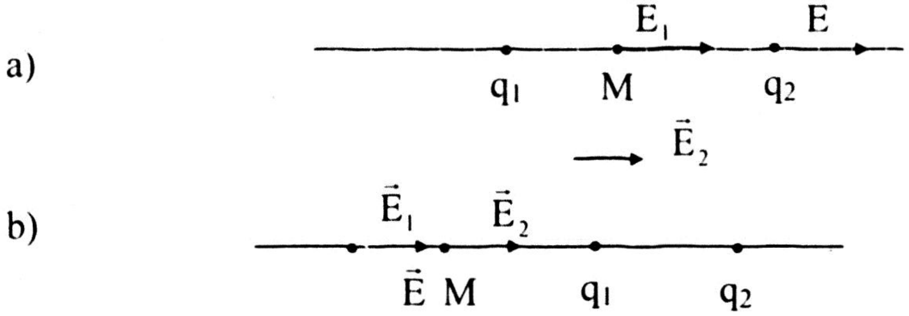
nên: $E_M = E_1 + E_2 = 2.\ 1{,}8.10^4 = 36.000$V/m

b) $\vec{E}_M$ trong trường hợp này được vẽ trên Hình 3.7b. Vì các véctơ $\vec{E}_1$, $\vec{E}_2$ ngược hướng và độ lớn là:

$$+E_1 = 9.10^9\frac{q}{r^2} = \frac{9.10^9.5.10^{-9}}{25.10^{-4}} = 1{,}8.10^4 \text{ V/m}$$

$$+\ E_2 = 9.10^9\frac{q}{r^2} = \frac{9.10^9.5.10^{-9}}{225.10^{-4}}\ 9.10^9.5.10^{-9}/225.10^{-4} = 0.2.10^4 \text{ V/m}$$

$$+\ E_M = E_1 - E_2 = 1{,}6.10^4 \text{ V/m}$$



Hình 3.7

Bài 3.7. Giải: Để quả cầu nằm cân bằng thì lực điện trường tác dụng lên quả cầu hướng thẳng đứng từ dưới lên trên do đó $q < 0$. Khi quả cầu nằm cân bằng thì:

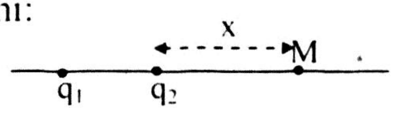
Trọng lượng của quả cầu = lực đẩy Ác–si–mét + lực điện trường tác dụng lên quả cầu. Trọng lượng của quả cầu bằng: $D_s gV = D_s g\frac{4}{3}\pi R^3$.

Lực đẩy Ác–si–mét tác dụng lên quả cầu bằng: $D_d g\frac{4}{3}\pi R^3$.

Lực điện trường tác dụng lên quả cầu bằng: $|q|E$.

Suy ra: $|q| = \frac{4}{3}\pi R^3 (D_s - D_d)g\frac{1}{E} = 14,7.10^{-6} = 14,7\ \mu C$.

Bài 3.8. Giải: Để điện trường tại M bằng không thì:



Hình 3.8G

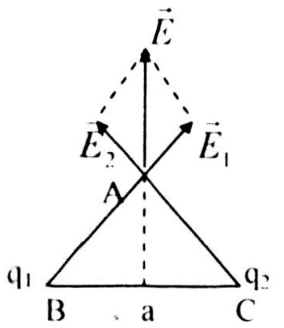
$\frac{|q_1|}{(20 + x)^2} = \frac{|q_2|}{x^2}$, x là khoảng cách từ M đến điện tích q_2 (Hình 3.8G).

$x = 40$ cm.

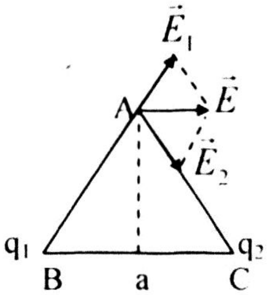
Bài 3.9. Giải: a) Phương và chiều của vectơ $\vec{E}$ được biểu diễn trên Hình 3.9a ($\vec{E} \perp BC$). $E = 2.9.10^9\frac{q}{a^2}.\cos30^0 \approx 1,2.10^{-3}$ V/m

b) Phương và chiều của vectơ $\vec{E}$ được biểu diễn trên Hình 3.9b ($\vec{E}$ // BC).

$E = 9.10^9\frac{q}{a^2} \approx 0,70.10^{-3}$ V/m



Hình 3.9 a)



Hình 3.9 b)

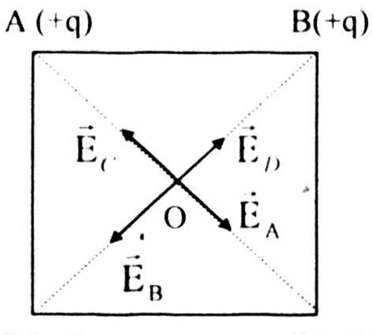
Bài 3.10. Giải: a) Trường hợp 4 điện tích cùng dấu.

Do tính đối xứng $E_A = E_B = E_C = E_D$

Ta có: $\vec{E}_0 = \underbrace{\vec{E}_A + \vec{E}_C}_{0} + \underbrace{\vec{E}_B + \vec{E}_D}_{0} = 0$

Vậy điện trường tại O bằng 0.

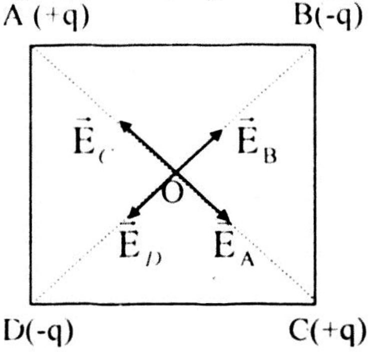
b) Trường hợp 2 điện tích + và 2 điện tích –.



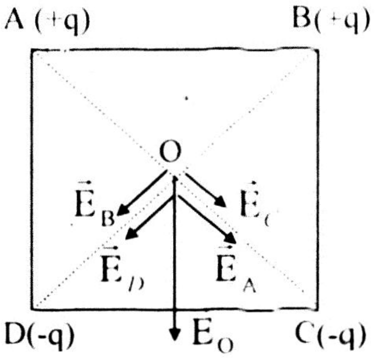
Hình 3.10a

Ta chia làm 2 trường hợp như hình vẽ.

* Trường hợp: A (+q), B (−q), C (+q), D (−q)


A (+q)
B(-q)
$\vec{E}_C$
$\vec{E}_B$
O
$\vec{E}_D$
$\vec{E}_A$
D(-q)
C(+q)

Hình 3.10b


A (+q)
B(+q)
O
$\vec{E}_B$
$\vec{E}_C$
$\vec{E}_D$
$\vec{E}_A$
D(-q)
E_O
C(-q)

Hình 3.10c

Ta có: $\vec{E}_O = \vec{E}_A + \vec{E}_C + \vec{E}_B + \vec{E}_D = 0$. Vậy điện trường tại 0 bằng 0.

* Trường hợp: A (+q), B (+q), C (−q), D (−q)

Ta có: $\vec{E}_B = \vec{E}_D \Rightarrow \vec{E}_1 = \vec{E}_B + \vec{E}_D = 2\vec{E}_B$

$$\vec{E}_A = \vec{E}_C \Rightarrow \vec{E}_2 = \vec{E}_A + \vec{E}_C = 2\vec{E}_A$$

$$\vec{E}_O = \vec{E}_A + \vec{E}_C + \vec{E}_B + \vec{E}_D = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

Với $E_1 = E_2 = 2E_A$

Ta có: $E_A = k.\dfrac{q}{OA^2}$ với $OA = \dfrac{a\sqrt{2}}{2}$

$$E_A = k.\frac{2q}{a^2}$$

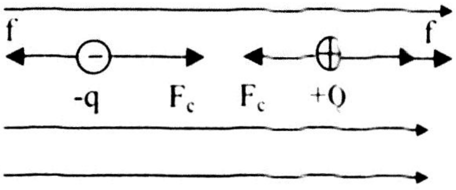
$$E_1 = E_2 = 2E_A = k.\frac{4q}{a^2}$$

Và: $E_0 = E_1\sqrt{2} = k.\dfrac{4q\sqrt{2}}{a^2}$

Vậy điện trường tại O là $E_O = k.\dfrac{4q\sqrt{2}}{a^2}$

Bài 3.11 Giải: $E_A = k\dfrac{q}{r_A^2}$; $E_B = k\dfrac{q}{r_B^2}$.

$$E_C = k\frac{q}{\left(\dfrac{r_A + r_B}{2}\right)^2} = \frac{4}{\left(\dfrac{1}{\sqrt{E_A}} + \dfrac{1}{\sqrt{E_B}}\right)^2} = 16\text{ V}.$$



Hình 3.12

Bài 3.12. Giải:

Lực hút tĩnh điện F_c giữa hai điện tích điểm luôn luôn bằng nhau. Nếu Q > q thì $F > f$ (H.3.12) và ta sẽ có bất đẳng thức: $F > F_c > f$. Như vậy chiều của đường sức phải từ điện tích $-q$ đến điện tích $+Q$. Vì hai điện tích điểm phải thu được gia tốc bằng nhau, nên:

$$a = \frac{F - F_c}{M} = \frac{F_c - f}{m}$$

$$\frac{1}{M}\left(QE - \frac{kQq}{a^2}\right) = \frac{1}{m}\left(\frac{kqQ}{a^2} - qE\right)$$

Từ đó suy ra: $$E = \frac{kqQ\,(M + m)}{a^2\,(Qm + qM)}$$

IV. CÔNG CỦA LỰC ĐIỆN TRƯỜNG – ĐIỆN THẾ – HIỆU ĐIỆN THẾ – LIÊN HỆ GIỮA CƯỜNG ĐỘ ĐIỆN TRƯỜNG VÀ HIỆU ĐIỆN THẾ

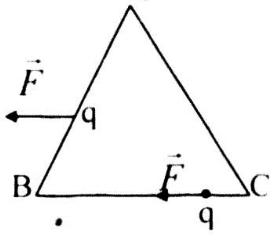
1. BÀI TẬP MẪU.

Bài 4.1. Một điện tích điểm $q = +10\ \mu C$ chuyển động từ đỉnh B đến đỉnh C của tam giác đều ABC. Tam giác ABC nằm trong điện trường đều có cường độ 5000 V/m. Đường sức của điện trường này song song với cạnh BC và có chiều C → B. Cạnh của tam giác bằng 10cm. Tính công của lực điện trường khi điện tích q chuyển động trong hai trường hợp sau:

a) q chuyển động theo đoạn thẳng BC.

b) q chuyển động theo đoạn gấp khúc BAC. Tính công trên các đoạn BA, AC và coi công trên đoạn đường BC bằng tổng các công trên hai đoạn đường trên.

Giải: Lực tác dụng lên điện tích q trong hai trường hợp được vẽ trên Hình 2G.



Hình 4.1G

a) $A_{BC} = -Fs = -qE.BC = -5.10^{-4}$ J.

b) $A_{BA} = -F\cos60^o s$

$= -qE\cos60^o.BA = -2{,}5.10^{-4}$ J.

$A_{AC} = -F\cos60^o s$

$= -qE\cos60^o.AC = -2{,}5.10^{-4}$ J.

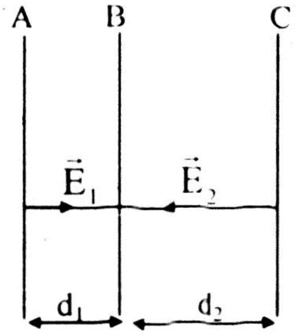
$A_{BC} = A_{BA} + A_{AC} = -5{,}0.10^{-4}$J. Kết quả này là tất nhiên vì công của lực điện trường không phụ thuộc vào dạng của đường đi của điện tích.

Bài 4.2. Một êlectron chuyển động dọc theo đường sức của một điện trường đều. Cường độ điện trường E = 100 V/m. Vận tốc ban đầu của êlectron bằng 300 km/s. Hỏi êlectron chuyển động được quãng đường dài bao nhiêu thì vận tốc của nó bằng không? Cho biết khối lượng $m = 9,1.10^{-31}$ kg.

Giải: Khi êlectron bắt đầu vào trong điện trường thì lực điện trường tác dụng lên êlectron đóng vai trò lực cản. Lúc đầu êlectron có năng lượng $\frac{mv^2}{2}$. Khi êlectron đi được đoạn đường s và có v = 0 thì công của lực cản bằng $A_C = eEs$. Do đó theo định luật bảo toàn năng lượng có thể viết: $eEs = \frac{mv^2}{2}$. Từ đó suy ra $s = \frac{mv^2}{2eE} = 2,6.10^{-3}$m.

Bài 4.3. Cho 3 bản kim loại phẳng tích điện. A, B, C đặt song song như hình vẽ. Cho d_1 = 5cm, d_2 = 8 cm. Coi điện trường giữa các bản là đều, có chiều như hình vẽ, có độ lớn $E_1 = 4.10^4$ V/m, $E_2 = 5.10^4$ V/m

Tính điện thế V_B, V_C của các bản B và C nếu lấy gốc điện thế là điện thế của bản A.



Hình 4.13

Giải: Dựa vào chiều của các vectơ cường độ điện trường trong hình vẽ thì $V_A > V_B$, $V_C > V_B$.

Ta có: $V_A - V_B = E_1 . d_1$ (1)

Chọn điện thế của bản A làm gốc nên $V_A = 0$, do đó:

(1) $\Rightarrow V_B = -E_1 d_1 = -2000V$

* Điện thế bản B là: $V_B = -2000V$

Ta có: $V_C - V_B = E_2 . d_2$

$\Rightarrow V_C = V_B + E_2 . d_2 = 2000V$

* Vậy điện thế của bản C là $V_C = 2000V$.

Bài 4.4. Một quả cầu bằng kim loại, có bán kính a = 10cm. Tính điện thế gây bởi quả cầu tại điểm A cách tâm quả cầu một khoảng R = 40cm, và tại điểm B ở trên mặt quả cầu, nếu điện tích quả cầu là:

a) $Q_1 = 10^{-9}$ C.

b) $Q_2 = -5.10^{-8}$ C.

Lấy điện thế ở vô cực bằng 0.

Giải: Ta xem như điện tích đặt tại tâm quả cầu.

a) Ta có: $V_A = 9.10^9 . \frac{Q_1}{R} = 9.10^9 . \frac{10^{-9}}{0,40} = 22,5V$

$V_B = 9.10^9 . \frac{Q_1}{a} = 9.10^9 . \frac{10^{-9}}{0,1} = 90V$

Vậy điện thế tại điểm A bằng 22,5V và điện thế của quả cầu bằng 90V.

b) Ta có: $V_A = 9.10^9.\frac{Q_2}{R} = 9.10^9.\frac{-5.10^{-8}}{0,40} = -1125V$

$V_B = 9.10^9.\frac{Q_2}{a} = 9.10^9.\frac{-5.10^{-8}}{0,1} = -4500V.$

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 4.5. Công của lực điện trường làm di chuyển một điện tích giữa hai điểm có hiệu điện thế U = 2.000V là A = 1J. Tính độ lớn của điện tích đó?

Bài 4.6. Trong vật lí người ta hay dùng đơn vị năng lượng electron–vôn (eV). Electron–vôn là năng lượng mà một electron thu được khi nó đi qua đoạn đường có hiệu điện thế hai đầu bằng 1V.

a) Tính electron–vôn ra Jun.

b) Tính vận tốc của electron có năng lượng W = 0,1 MeV

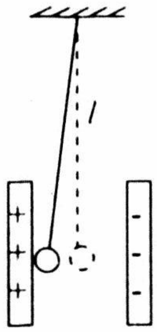
(1 MeV = 10^6 eV).

Bài 4.7. Hai tấm kim loại song song, cách nhau 2cm và được nhiễm điện trái dấu nhau. Muốn làm cho điện tích $q = 5.10^{-10}$ C di chuyển từ tấm này đến tấm kia cần tốn một công $A = 2.10^{-9}$J. Xác định cường độ điện trường bên trong hai tấm kim loại đó? Cho biết điện trường bên trong hai tấm kim loại đã cho là điện trường đều và có đường sức vuông góc với các tấm.

Bài 4.8. Hiệu điện thế giữa hai điểm M, N là $U_{MN} = 1$ V. Một điện tích $q = -1$ C di chuyển từ M đến N thì công của lực điện trường bằng bao nhiêu? Giải thích ý nghĩa của kết quả tính được.

Bài 4.9 Một quả cầu nhỏ khối lượng $3,06.10^{-15}$ kg nằm lơ lửng giữa hai tấm kim loại song song nằm ngang và nhiễm điện trái dấu. Điện tích của quả cầu đó bằng $4,8.10^{-18}$C. Hai tấm kim loại cách nhau 2cm. Hỏi hiệu điện thế đặt vào hai tấm đó? Lấy $g = 10$ m/s^2.

Bài 4.10. Một quả cầu khối lượng $4,5.10^{-3}$ kg treo vào một sợi dây dài 1m. Quả cầu nằm giữa hai tấm kim loại song song, thẳng đứng như Hình 4.10. Hai tấm cách nhau 4cm. Đặt một hiệu điện thế 750 V vào hai tấm đó thì quả cầu lệch ra khỏi vị trí ban đầu 1 cm. Hỏi điện tích của quả cầu? Lấy $g = 10$ m/s^2.



Hình 4.10

Bài 4.11. Trong đèn hình của máy thu hình, các êlectron được tăng tốc bởi hiệu điện thế 25000 V. Hỏi khi êlectron đập vào màn hình thì vận tốc của nó bằng bao nhiêu? Vận tốc ban đầu của êlectron nhỏ. Coi khối lượng của êlectron bằng $9,1.10^{-31}$ kg và không phụ thuộc vào vận tốc. Điện tích của êlectron bằng $-1,6.10^{-19}$ C.

Bài 4.12 Một êlectron chuyển động dọc theo một đường sức của điện trường đều có cường độ 364 V/m. Êlectron xuất phát từ điểm M với vận tốc $3,2.10^6$ m/s. Hỏi:

a) Êlectron đi được quãng đường dài bao nhiêu thì vận tốc của nó bằng không?

b) Sau bao lâu kể từ lúc xuất phát, êlectron lại trở về điểm M?

Cho biết êlectron có điện tích $-1,6.10^{-19}$ C và khối lượng $9,1.10^{-31}$ kg.

Bài 4.13. Giả thiết rằng trong một tia sét có một điện tích q = 25 C được phóng từ đám mây dông xuống mặt đất và khi đó hiệu điện thế giữa đám mây và mặt đất U = $1,4.10^8$V. Tính năng lượng của tia sét đó. Năng lượng này có thể làm bao nhiêu kilôgam nước ở 100^0C bốc thành hơi? Cho biết nhiệt hóa hơi của nước bằng $2,3.10^6$ J/kg.

Bài 4.14. Một prôtôn bay theo phương của một đường sức điện. Lúc prôtôn ở điểm A thì vận tốc của nó bằng $2,5.10^4$ m/s. Khi bay đến B vận tốc của prôtôn bằng không. Điện thế tại A bằng 500 V. Hỏi điện thế tại điểm B? Cho biết prôtôn có khối lượng $1,67.10^{-27}$ kg và có điện tích $1,6.10^{-19}$ C.

Bài 4.15. Mặt trong của màng tế bào trong cơ thể sống mang điện tích âm, mặt ngoài mang điện tích dương. Hiệu điện thế giữa hai mặt này bằng 0,070 V. Màng tế bào dày $8,0.10^{-9}$ m. Hỏi cường độ điện trường trong màng tế bào bằng bao nhiêu?

Bài 4.16. Cho hai tấm kim loại phẳng đặt nằm ngang song song và cách nhau d = 5cm. Hiệu điện thế giữa hai tấm đó bằng 50 V.

a) Hỏi điện trường và các đường sức điện trường ở bên trong hai tấm kim loại có gì đáng chú ý? Tính cường độ điện trường trong khoảng không gian đó.

b) Một êlectron có vận tốc ban đầu rất nhỏ chuyển động từ tấm tích điện âm về phía tấm tích điện dương. Hỏi khi tới tấm tích điện dương thì êlectron nhận được một năng lượng bằng bao nhiêu? Tính vận tốc của êlectron lúc đó.

Bài 4.17. Cho một điện trường đều có cường độ 4.10^3 V/m. Vectơ cường độ điện trường song song với cạnh huyền BC của tam giác vuông ABC và có chiều B → C.

a) Tính hiệu điện thế giữa hai điểm BC, AB, AC. Cho biết AB = 6cm, AC = 8 cm.

b) Gọi H là chân đường cao hạ từ đỉnh A xuống cạnh huyền. Tính hiệu điện thế giữa hai điểm A và H.

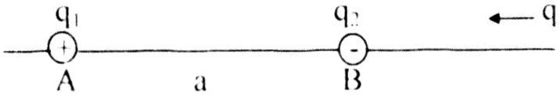
Bài 4.18. Hai điện tích điểm $q_1 = 6,6.10^{-9}$ C và $q_2 = 1,3.10^{-9}$ C có cùng dấu và đặt cách nhau một khoảng $r_1 = 40$cm.

a) Cần thực hiện một công A_1 bằng bao nhiêu để đưa chúng lại gần nhau, đến lúc cách nhau một khoảng $r_2 = 25cm$.

b) Cần thực hiện một công A_2 bằng bao nhiêu để đưa chúng ra rất xa nhau ($r_3 = \infty$)

Bài 4.19. Có hai điện tích điểm $q_1 = +10^{-8}C$ và $q_2 = +4.10^{-8}C$ đặt cách nhau $r = 12cm$. Tính điện thế của điện trường gây ra bởi hai điện tích trên tại điểm có cường độ điện trường bằng 0.

Bài 4.20. Tại hai điểm A và B cách nhau một đoạn là a, có hai điện tích điểm được giữ cố định là $q_1 = +9q$ và $q_2 = -q$. Một hạt có khối lượng m và có điện tích $q_3 = +q$ chuyển động từ rất xa đến, theo đường BA như hình 4.20. Hỏi hạt phải có vận tốc đầu tối thiểu bằng bao nhiêu để có thể đến được điểm B?



Hình 4.20

Bài 4.21. Hai điện tích điểm $q_1 = -1,7.10^{-8}C$ và $q_2 = +2.10^{-8}C$ nằm cách điện tích điểm $q_0 = +3.10^{-8}C$ những đoạn $a_1 = 2cm$ và $a_2 = 5cm$. Cần phải thực hiện một công bằng bao nhiêu để đổi vị trí của q_1 cho q_2?

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 4.5. Giải: Ta có: $A = q.U \Rightarrow \quad q = \dfrac{A}{U} = \dfrac{1}{2000} = 5.10^{-4}\,C$

Bài 4.6. Giải: a) $\quad 1eV = 1,6.10^{-19}.1 = 1,6.10^{-19}\,J$

b) Năng lượng của electron dưới dạng động năng

Ta có: $\quad W_d = \dfrac{1}{2}mv^2 = 0,1.10^6\,eV = 10^{-1}.10^6.1,6.10^{-19}$

hay $\quad \dfrac{1}{2}.9,1.10^{-31}.v^2 = 1,6.10^{-14}\,J$

$v^2 = 3,5.10^{16} \quad \Rightarrow \quad v = 1,87.10^8\,m/s$

Vận tốc của electron là $v = 1,87.10^8$ m/s.

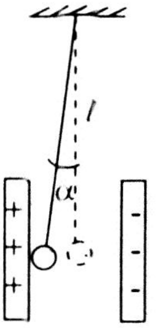
Bài 4.7. Giải: Áp dụng công thức $A = qEd$. Khoảng cách giữa hai tấm kim loại chính là đại lượng M'N' trong công thức này. Ngoài ra ta còn biết A, q do đó ta tính được:

$$E = \frac{A}{qd} = \frac{2.10^{-9}}{5.10^{-10}.2.10^{-2}} = 200\,(V/m).$$

Bài 4.8. Giải: $A_{MN} = -1J$. Dấu – ở đây có nghĩa là ta cần cung cấp năng lượng 1J cho điện tích để nó có thể đi từ M đến N.

Bài 4.9. Giải: Khi quả cầu nằm lơ lửng giữa hai tấm kim loại thì lực điện và lực hấp dẫn là hai lực cân bằng. Vì vậy có thể viết: $qE = mg \Leftrightarrow q\frac{U}{d} = mg$.

Từ đó ta được: $U = \frac{mgd}{q} = 127{,}5V$.



Hình 4.10G

Bài 4.10. Giải: Từ hình 4.10G ta có $F = P\tan\alpha$. Vì α nhỏ nên có thể viết $\tan\alpha \approx \sin\alpha = \frac{1}{100}$. Mặt khác ta có $F = q\frac{U}{d}$ (d là khoảng cách giữa hai tấm kim loại). Từ đó ta rút ra biểu thức xác định q:

$q = \frac{mgd}{100U} = 24.10^{-9}$ C. Ứng với hình vẽ quả cầu bị hút về bản dương vậy ta phải hiểu là quả cầu mang điện tích âm, do đó $q = -24.10^{-9}$ C.

Bài 4.11. Giải: Vận tốc ban đầu của êlectron rất nhỏ nên có thể viết:

$$eU = \frac{mv^2}{2}.$$

Vậy $v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} = 9{,}4.10^7$ m/s.

Bài 4.12. Giải: a) Theo định luật bảo toàn năng lượng ta có thể viết: $\frac{mv^2}{2} = qEs$.

Ta tính được $s = 0{,}08m$.

b) Gia tốc của êlectron bằng $a = \frac{qE}{m} = 64.10^{12}$ m/s^2. Thời gian êlectron đi từ M đến khi lại trở về M: $t = 2\frac{a}{v} = 0{,}1$ μs.

Bài 4.13. Giải: $A = qU = 35.10^8$ J.

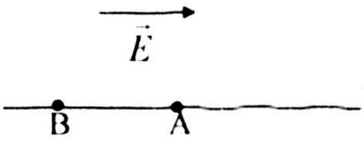
Khối lượng nước bốc thành hơi: $m = \frac{A}{L} = 1521$ kg (L là nhiệt hóa hơi của nước).

Bài 4.14. Giải: Ta có $\frac{mv^2}{2} = qU$.

Suy ra: $U = \frac{mv^2}{2q} = 3{,}3$ V.

$V_B - V_A = U$

Do đó: $V_B = 503{,}3$ V (Hình 4.14G)



Hình 4.14G

Bài 4.15. Giải: $E = \frac{U}{d} = \frac{7}{8}.10^7 = 8.75.10^6$ V/m.

Bài 4.16. Giải: a) Điện trường ở bên trong hai tấm kim loại là điện trường đều, có đường sức song song và cách đều nhau.

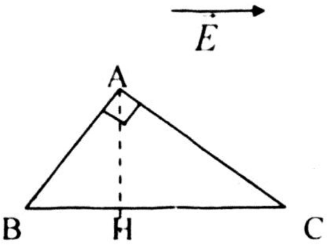
$$E = \frac{U}{d} = 1000 \text{ V/m.}$$

b) Năng lượng mà êlectron nhận được: $A = eU = 8.10^{-18}$ J.

$$eU = \frac{mv^2}{2}$$

Rút ra: $v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} = 4{,}2.10^6$ m/s

Bài 4.17. Giải: a) Áp dụng công thức $E = \frac{U}{d}$, ta suy ra $U_{BC} = Ed = 400$ V. Để tìm U_{BH}, U_{HC} cần tính BH, HC. Từ hai tam giác đồng dạng ABH và CAH (Hình 4.17G) ta tính được BH = 3,6cm, HC = 6,4 cm. Do đó ta tìm được: $U_{BH} = 144$V; $U_{HC} = 256$ V.



Hình 4.17G

b) $U_{AH} = 0$.

Bài 4.18. Giải: Điện thế do điện tích q_1 gây ra tại B và C là:

$$V_{1B} = 9.10^9.\frac{q_1}{r_1} = 9.10^9.\frac{6{,}6.10^{-9}}{0{,}4} = 148{,}5V$$

$$V_{1C} = 9.10^9.\frac{q_1}{r_2} = 9.10^9.\frac{6{,}6.10^{-9}}{0{,}25} = 237{,}6V$$

a) Ta giữ điện tích q_1 ở A và di chuyển điện tích q_2 từ B đến C, công phải thực hiện là:

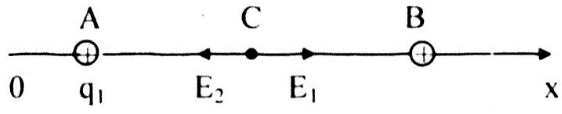
$A = q_2(V_{1C} - V_1)$ (trái dấu với công của lực điện trường)

$A_1 = 1{,}3.10^{-8}(237{,}6 - 148{,}5) \quad \Rightarrow \quad A_1 = 1{,}16.10^{-16}$J

b) Công thực hiện để đưa q_2 ra vô cực là:

$A_2 = q_2(V_{1\infty} - V_{1B}) = -q_2.V_{1B} = -1{,}93.10^{-6}$J

Bài 4.19. Giải: Tại điểm C có E = 0, tức là $E_1 = -E_2$. Muốn vậy điểm C phải nằm trên đường thẳng nối hai điện tích và trong khoảng hai điện tích (H.4.19). Chọn gốc tọa độ tại A, chiều dương của trục Ox từ A đến B. Ta có:



$$E_1 = E_2 \rightarrow \frac{k|q_1|}{x^2} = \frac{k|q_2|}{(r-x)^2}$$

$(r - x)^2 = 4x^2$ $(r - x > 0)$

Hình 4.19

$r - x = 2x$

$x = \frac{r}{3} = \frac{12}{3} = 4$ cm

$$V_c = k\left(\frac{q_1}{x} + \frac{q_2}{r - x}\right) = 9.10^9\left(\frac{10^{-8}}{4.10^{-2}} + \frac{4.10^{-8}}{8.10^{-2}}\right)$$

$V_c = 6750$ V.

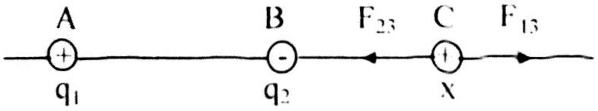
Bài 4.20. Giải:

Chọn trục tọa độ Ox có gốc tại A, có chiều dương từ A đến B. Trước hết ta xác định vị trí cân bằng C của hệ hai điện tích q_1 và q_2. Điểm C phải nằm trên trục tọa độ và có tọa độ x > a (H.20G). Ta có:

$F_{13} = F_{23}$

$$\frac{k.9q^2}{x^2} = \frac{kq^2}{(x - a)^2}\ (0 < a < x)$$

Suy ra: $x = \frac{3a}{2}$



Hình 4.20G

ở bên phải điểm C $(x > \frac{3a}{2})$

thì $F_{13} > F_{23}$. Do đó q_3 chuyển động chậm dần đến C. Vận tốc ban đầu cực tiểu là vận tốc sẽ giảm đến bằng 0 khi q_3 đến C. Sau đó nhờ $F_{23} > F_{13}$, q_3 đến được điểm B.

Công của điện trường gây ra bởi hai điện tích q_1 và q_2 bằng độ biến thiên động năng của q_3 xét đoạn đường từ ∞ đến C, ta có:

$$0 - \frac{mv_0^2}{2} = q_3V_c$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = q_3k\left(\frac{q_1}{x} + \frac{q_2}{x - a}\right) = \frac{4kq^2}{a}$$

Suy ra $v_0 = \sqrt{\frac{8kq^2}{ma}}$.

Bài 4.21. Giải:

Ở vị trí đầu, thế năng của điện tích q_0 trong điện trường của hai điện tích q_1 và q_2 là: $W_1 = q_0V_1 = q_0\left(\frac{kq_1}{a_1} + \frac{kq_2}{a_2}\right)$

Sau khi hoán vị, thế năng của q_0 là: $W_2 = q_0V_2 = q_0\left(\frac{kq_2}{a_1} + \frac{kq_1}{a_2}\right)$

Công của điện trường bằng:

$$A = W_1 - W_2 = \frac{kq_0(q_2 - q_1)(a_1 - a_2)}{a_1a_2}$$

$$= \frac{9.10^9.3.10^{-8}(2.10^{-8} + 1,7.10^{-8})(-3.10^{-2})}{10^{-3}}$$

$A = -3.10^{-4}$ J

Công của ngoại lực dùng để đổi vị trí của q_1 cho q_2 phải thắng công của điện trường do đó bằng $+3.10^{-4}$ J.

V. TỤ ĐIỆN - GHÉP TỤ ĐIỆN - NĂNG LƯỢNG ĐIỆN TRƯỜNG

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 5.1. Trên vỏ một tụ điện có ghi 20 μF– 200 V. Nối hai bản của tụ điện với một hiệu điện thế 120 V.

a) Tính điện tích của tụ điện.

b) Tính điện tích tối đa mà tụ điện tích được.

Giải: a) Điện tích tụ điện tích được: $q = CU = 24.10^{-4}$ C.

b) Điện tích tối đa tụ điện tích được, khi ứng với điện thế tối đa:

$q_{max} = CU_{max} = 4.10^{-3}$ C.

Bài 5.2. Một tụ điện không khí có điện dung 2.000pF được mắc vào hai cực của nguồn điện có hiệu điện thế U = 5.000 V.

a) Tính điện tích của tụ điện và năng lượng của tụ điện đó.

b) Người ta ngắt tụ điện ra khỏi nguồn rồi nhúng nó chìm hẳn vào một điện môi lỏng có ε = 2. Tìm điện dung của tụ điện và hiệu điện thế của tụ điện khi đó.

Giải: a) Điện tích của tụ điện

$Q = C.U = 2000.10^{-12}.5.10^3 = 10^{-5}$C.

Năng lượng của tụ điện: $W = \frac{1}{2}CU^2 = 0,5.2000.10^{-12}.5^2.10^6 = 25.10^{-2}$J

b) Điện dung của tụ điện khi nhúng vào điện môi ε:

$C' = \varepsilon C = 2C = 4.000$pF

Điện tích Q của tụ điện không thay đổi nên hiệu điện thế của tụ điện khi nhúng vào điện môi là:

$$U' = \frac{Q}{C'} = \frac{Q}{\varepsilon C} = \frac{U}{\varepsilon} = 2500\text{V}$$

Bài 5.3. Hai bản tụ điện phẳng có dạng hình tròn bán kính $R = 60cm$, khoảng cách giữa 2 bản là $d = 2mm$. Giữa 2 bản là không khí.

a) Tính điện dung của tụ điện.

b) Có thể tích cho tụ điện đó một điện tích lớn nhất bằng bao nhiêu để tụ điện không bị đánh thủng. Biết rằng cường độ điện trường lớn nhất mà không khí chịu được là 3.10^5 V/m. Hiệu điện thế lớn nhất giữa 2 bản tụ điện là bao nhiêu?

Giải: a) Diện tích bản phẳng: $S = \pi R^2 = 0,36\pi\ (m^2)$

Điện dung của tụ điện:

$$C = \varepsilon_0\frac{S}{d} = \frac{S}{4\pi Kd} = \frac{0,36\pi}{4\pi.9.10^9.2.10^{-3}} = 5.10^{-9}F$$

$$C = 5.10^{-9}F = 5.10^3pF$$

b) Ta có: $Q = C.U = C.E.d \Rightarrow E = \dfrac{Q}{C.d}$

Giả thiết: $E \le E_o = 3.10^5$ V/m $\Rightarrow \dfrac{Q}{C.d} \le 3.10^5$

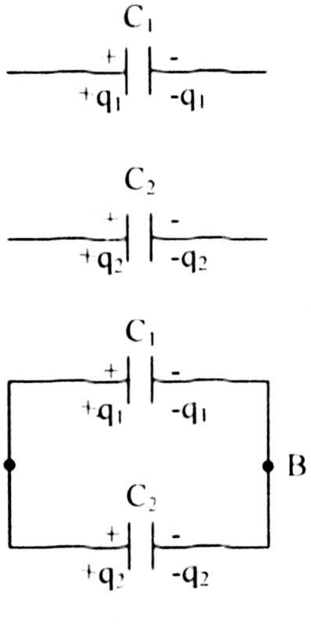
Vậy $Q \le 3.10^{-6}C$

– Điện tích lớn nhất cho tụ điện bằng $Q_o = 3.10^{-6}C$

– Hiệu điện thế lớn nhất (giới hạn) U_o

Ta có: $U \le \dfrac{Q_o}{C} = 6.10^2V$

Vậy hiệu điện thế giới hạn của tụ điện là $U_o = 600V$.



Hình 5.4

Bài 5.4. Một tụ điện có điện dung $C_1 = 8\mu F$ được tích điện đến hiệu điện thế $U_1 = 200V$ và một tụ điện $C_2 = 6\mu F$ được tích điện đến hiệu điện thế $U_2 = 500V$. Sau đó nối các bản mang điện tích cùng dấu với nhau. Tính hiệu điện thế U của bộ tụ điện.

Giải: Khi nối các bản mang điện tích cùng dấu với nhau thì hai tụ điện được ghép song song giữa 2 điểm A, B. Hiệu điện thế giữa 2 điểm A, B là hiệu điện thế U của bộ tụ.

Điện tích của các bản mang điện tích dương trước khi nối với nhau là: q_1, q_2.

Điện tích của các bản mang điện tích dương sau khi nối với nhau là: q'_1, q'_2.

Theo định luật bảo toàn điện tích, ta có: $q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2$

hay $C_1U_1 + C_2U_2 = C_1U + C_2U = (C_1 + C_2)U$

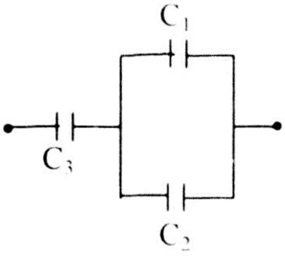
Suy ra:

$$U = \frac{C_1U + C_2U}{C_1 + C_2} = \frac{8.10^{-6}.200 + 6.10^{-6}.500}{8.10^{-6} + 6.10^{-6}} = 328.6V$$

Bài 5.5 Có ba tụ điện $C_1 = 3$ nF, $C_2 = 2$ nF, $C_3 = 20$ nF được mắc như Hình 5.5. Nối bộ tụ điện với hai cực một nguồn điện có hiệu điện thế 30 V.

a) Tính điện dung của cả bộ, điện tích và hiệu điện thế trên các tụ điện.

b) Tụ điện C_1 bị "đánh thủng". Tìm điện tích và hiệu điện thế trên hai tụ điện còn lại.



Hình 5.5

Giải: a) $C_{12} = C_1 + C_2 = 5$ nF $\Rightarrow C = \dfrac{C_{12}C_3}{C_{12} + C_3} = 4$ nF.

$Q_3 = CU = 120$ nC.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{3}{2} \Rightarrow Q_1 + Q_2 = 120 \text{ nC}.$$

Do đó $Q_1 = 72$ nC, $Q_2 = 48$ nC.

$$U_3 = \frac{Q_3}{C_3} = 6V ; U_1 = U_2 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2} = 24 \text{ V}.$$

b) Tụ điện C_1 bị đánh thủng thì $U_2 = 0$

$Q_3 = C_3U = 600$ nC

Bài 5.6. Cho tụ điện phẳng không khí có điện dung $C = 10^{-10}$F, khoảng cách giữa 2 bản d = 2cm được nối với nguồn có U = 100V.

a) Đưa thêm tấm kim loại có bề dày a = 0,5cm đặt song song với 2 bản. Tính điện dung C' của tụ điện, điện tích q trên tụ điện và điện trường trong 2 khe không khí và trong tấm kim loại.

b) Ngắt tụ điện ra khỏi nguồn mới đưa tấm kim loại vào. Tính cường độ điện trường trong 2 khe không khí và hiệu điện thế giữa 2 bản tụ.

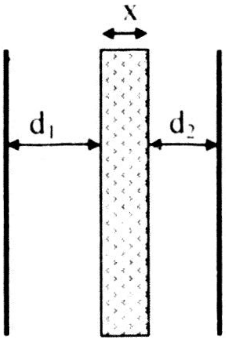
Giải: Khi đưa tấm kim loại vào thì điện dung của tụ điện là:

$$C' = \frac{\varepsilon_0 S}{d - a} = C\frac{d}{d - a} = \frac{4}{3}.10^{-10}F$$

Điện tích q của tụ điện:

$$q = C'U = \frac{4}{3}.10^{-10}.100 = \frac{4}{3}.10^{-8}C$$

- Điện trường trong tấm kim loại bằng 0 vì trong vật dẫn cân bằng điện, điện thế không đổi nên điện trường bằng 0.



Hình 5.6

- Điện trường trong 2 khe không khí tức là điện trường giữa 2 bản các tụ điện không khí có khoảng cách giữa các bản là d_1, d_2.

- Hiệu điện thế giữa 2 bản tụ không khí C_1:

$$U_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{q}{\varepsilon_0\frac{S}{d_1}} = \frac{q.d_1}{\varepsilon_0 S} = \frac{C'U.d_1}{\varepsilon_0 S} = \frac{\frac{\varepsilon_0 S}{d-a}.U.d_1}{\varepsilon_0 S} = \frac{U.d_1}{d-a}$$

và điện trường trong khe không khí có khoảng cách d_1 (điện trường giữa 2 bản tụ C_1) là: $E_1 = \frac{U_1}{d_1} = \frac{U}{d-a}$

Tương tự cũng tính được điện trường ở khe d_2:

$$E_2 = \frac{U}{d-a}$$

Suy ra $E_1 = E_2 = \frac{U}{d-a}$

- Vậy điện trường trong 2 khe không khí bằng nhau, điện trường này càng lớn nếu tấm kim loại càng dày (a lớn thì E_1, E_2 lớn).

b) Khi ngắt tụ khỏi nguồn thì điện tích của tụ là $q_0 = CU$

Điện dung của tụ điện không khí có khoảng cách giữa 2 bản là d_1:

$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 S}{d_1}$$

Hiệu điện thế giữa 2 bản của tụ C_1: $U_1 = \frac{q_0}{C_1} = \frac{q_0 d_1}{\varepsilon_0 S}$

$$E_1 = \frac{U_1}{d_1} = \frac{q_0}{\varepsilon_0 S} = \frac{CU}{\varepsilon_0 S} = \frac{\frac{\varepsilon_0 S}{d}.U}{\varepsilon_0 S} = \frac{U}{d}$$

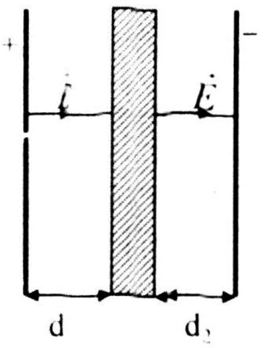
Tương tự ta cũng có: $E_2 = \frac{U}{d}$

- Vậy điện trường ở 2 khe không khí bằng nhau và không thay đổi khi đưa tấm kim loại vào.

Ta có: $E_1 = E_2 = E = \frac{U}{d} = \frac{100}{2.10^{-2}} = 5000$ V/m

- Hiệu điện thế giữa 2 bản tụ:

$U' = U_1 + U_2 = E_1.d_1 + E_2.d_2 = E(d_1 + d_2)$



Hình 5.6G

$$U' = \frac{U}{d}(d_1 + d_2) = \frac{U}{d}(d - a) = \frac{d - a}{d}U$$

Vậy $U' = 75V$

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 5.7. Một tụ điện có điện dung 500 pF được mắc vào hai cực của một máy phát điện có hiệu điện thế 220V. Tính điện tích của tụ điện.

Bài 5.8. Một tụ điện phẳng có điện tích mỗi bản $S = 100\ cm^2$, khoảng cách giữa các bản là $d = 2mm$. Giữa hai bản là không khí.

a) Có thể tích điện cho tụ điện một điện tích lớn nhất là bao nhiêu để tụ điện không bị đánh thủng? Biết rằng điện trường lớn nhất mà không khí chịu được là $3.10^6 \frac{V}{m}$.

b) Hiệu điện thế định mức giữa hai bản tụ điện là bao nhiêu?

Bài 5.9. Một tụ điện phẳng có điện dung 7,0 nF chứa đầy điện môi. Diện tích mỗi bản bằng $15\ cm^2$ và khoảng cách giữa hai bản bằng 1.10^{-5} m. Hỏi hằng số điện môi của chất điện môi trong tụ điện?

Bài 5.10. Tích điện cho một tụ điện có điện dung 20 μF dưới hiệu điện thế 60 V. Sau đó cắt tụ điện ra khỏi nguồn.

a) Tính điện tích q của tụ.

b) Tính công mà điện trường trong tụ điện sinh ra khi phóng điện tích $\Delta q = 0,001q$ từ bản dương sang bản âm.

c) Xét lúc điện tích của tụ điện chỉ còn bằng $\frac{q}{2}$. Tính công mà điện trường trong tụ điện sinh ra khi phóng điện tích Δq như trên từ bản dương sang bản âm lúc đó.

Bài 5.11. Một bộ gồm ba tụ điện ghép song song $C_1 = C_2 = \frac{1}{2}C_3$. Khi được tích điện bằng nguồn có hiệu điện thế 45 V thì điện tích của bộ tụ điện bằng 18.10^{-4} C. Tính điện dung của các tụ điện.

Bài 5.12. Hai tụ điện có điện dung $C_1 = 2$ μF, $C_2 = 3$ μF được mắc nối tiếp.

a) Tính điện dung của bộ tụ điện.

b) Tích điện cho bộ tụ điện bằng nguồn điện có hiệu điện thế 50 V. Tính điện tích và hiệu điện thế của các tụ điện trong bộ.

Bài 5.13. Cho một tụ điện phẳng mà hai bản có dạng hình tròn bán kính 2cm và đặt trong không khí. Hai bản cách nhau 2mm.

a) Tính điện dung của tụ điện đó.

b) Có thể đặt một hiệu điện thế lớn nhất là bao nhiêu vào hai bản của tụ điện đó? Cho biết điện trường đánh thủng đối với không khí là 3.10^6 V/m.

Bài 5.14. Một tụ điện phẳng được mắc vào hai cực của một nguồn điện có hiệu điện thế 500 V. Ngắt tụ điện ra khỏi nguồn rồi kéo cho khoảng cách của hai bản tụ điện tăng gấp hai lần. Tính hiệu điện thế của tụ điện khi đó.

Bài 5.15. Hai tụ điện có điện dung $C_1 = 0,4$ μF, $C_2 = 0,6$ μF ghép song song với nhau. Mắc bộ tụ điện đó vào nguồn điện có hiệu điện thế $U < 60$ V thì một trong hai tụ điện đó có điện tích bằng 3.10^{-5}C. Tính:

a) Hiệu điện thế U.

b) Điện tích của tụ điện kia.

Bài 5.16. Điện dung của 3 tụ điện ghép nối tiếp với nhau là $C_1 = 20$ pF, $C_2 = 10$ pF, $C_3 = 30$ pF. Tính điện dung của bộ tụ điện đó.

Bài 5.17. Có hai tụ điện phẳng điện dung $C_1 = 0,3$ nF, $C_2 = 0,6$ nF. Khoảng cách giữa hai bản của hai tụ điện d = 2mm. Tụ điện chứa đầy chất điện môi có thể chịu được cường độ điện trường lớn nhất là 10 000 V/m. Hai tụ điện đó được ghép nối tiếp. Hỏi hiệu điện thế giới hạn đối với bộ tụ điện đó bằng bao nhiêu?

Bài 5.18. Hai tụ điện $C_1 = 1$μF và $C_2 = 3$μF mắc nối tiếp.

a) Tính điện dung của bộ tụ điện.

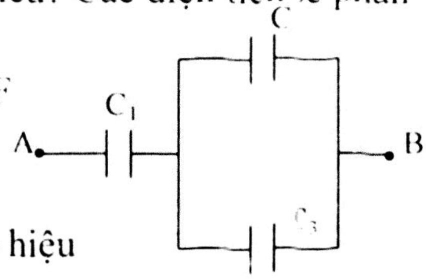
b) Mắc bộ tụ đó vào hai cực của nguồn điện có hiệu điện thế U = 4V. Tính điện tích của bộ tụ điện.

Bài 5.19. Hai tụ điện có điện dung $C_1 = 2C_2 = 4$μF được mắc nối tiếp nhau rồi mắc vào một hiệu điện thế U = 60V. Sau đó ngắt chúng ra khỏi nguồn và mắc chúng song song, các cực cùng dấu nối với nhau. Hỏi hiệu điện thế giữa hai bản của mỗi tụ điện lúc đó bằng bao nhiêu? Các điện tích sẽ phân bố lại như thế nào?

Bài 5.20. Có 3 tụ điện: $C_1 = 2$μF, $C_2 = C_3 = 1$μF mắc như hình vẽ.5.20

a) Tính điện dung C_{AB} của bộ tụ.

b) Nối 2 đầu A và B vào 2 cực của nguồn điện có hiệu điện thế U = 4V. Tính điện tích của các tụ điện.



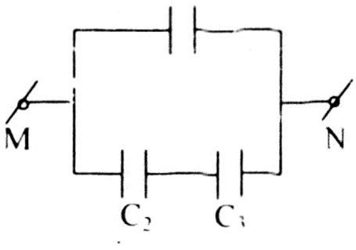
Hình 5.20

Bài 5.21. Cho ba tụ điện được mắc thành bộ theo sơ đồ như trên Hình 5.21. Cho $C_1 = 3$ μF, $C_2 = C_3 = 4$ μF. Nối hai điểm M, N với một nguồn điện có hiệu điện thế U = 10 V.

Hãy tính:

a) Điện dung và điện tích của bộ tụ điện đó.

b) Hiệu điện thế và điện tích trên mỗi tụ điện.

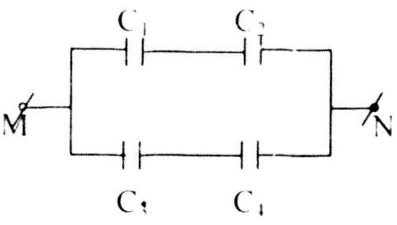


Hình 5.21

Bài 5.22. Bốn tụ điện được mắc thành bộ theo sơ đồ như Hình 5.22. $C_1 = 1\ \mu F$; $C_2 = 3\ \mu F$; $C_3 = 3\ \mu F$. Khi nối hai điểm M, N với nguồn điện thì tụ điện C_1 có điện tích $Q_1 = 6\ \mu C$ và cả bộ tụ điện có điện tích $Q = 15,6\ \mu C$. Hỏi:

a) Hiệu điện thế đặt vào bộ tụ điện.

b) Điện dung của tụ điện C_4.



Hình 22

Bài 5.23. Cho tụ điện phẳng không khí có khoảng cách giữa 2 bản d = 1,5cm, hiệu điện thế đặt vào 2 bản có giá trị không đổi U = 39.000V.

a) Tụ có bị nổ không.

b) Đặt thêm tấm thủy tinh bề dày 0,3cm vào khoảng giữa và song song với 2 bản, thủy tinh có ε = 7. Tụ có bị đánh thủng không? Cho biết: điện trường giới hạn của không khí là 3.10^6 V/m và của thủy tinh là 10^7 V/m.

Bài 5.24. Một tụ điện có điện dung C_0 được tích điện với hiệu điện thế U_0 rồi ngắt khỏi nguồn. Dùng tụ này làm nguồn điện để nạp điện cho n tụ giống nhau có điện dung C, mỗi lần nạp cho một tụ.

a) Viết biểu thức điện tích còn lại của tụ C_0 sau khi đã nạp cho n tụ.

b) Viết biểu thức hiệu điện thế của tụ thứ n.

Bài 5.25. Bộ tụ điện trong một chiếc đèn chụp ảnh có điện dung 750 μF được tích điện đến hiệu điện thế 330 V.

a) Xác định năng lượng mà đèn tiêu thụ trong mỗi lần đèn lóe sáng.

b) Mỗi lần đèn lóe sáng tụ điện phóng điện trong thời gian 5 ms. Tính công suất phóng điện của tụ điện.

Bài 5.26. Nối hai bản của một tụ điện phẳng với hai cực một nguồn điện. Sau đó ngắt tụ điện ra khỏi nguồn rồi đưa vào giữa hai bản một chất điện môi có hằng số điện môi ε. Tính điện tích q, điện dung C, hiệu điện thế U, năng lượng W của tụ điện. Cường độ điện trường giữa hai bản tụ điện thay đổi ra sao?

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 5.7. Giải: Áp dụng công thức Q = CU, trong đó đã biết $C = 5.10^{-10}$F, U = 220 V. Từ đó tính được $Q = C.U = 1,1.10.10^{-7}$C.

Bài 5.8. Giải:

$$a)\ C = \frac{1}{k}.\frac{S}{4\pi d} = \frac{1}{9.10^9}.\frac{100.10^{-4}}{4.3,14.2.10^{-3}} = 0,44.10^{-10}\ F$$

$$q_m = CU_m = CE_m.d$$

$$q_m = 0,44.10^{-10}.3.10^6.2.10^{-3} = 2,6.10^{-7}\ C$$

b) $U_m = E_m.d = 3.10^6.2.10^{-3} = 6000V$.

Bài 5.9 Giải: Từ công thức điện dung tụ điện phẳng: $C = \frac{\varepsilon.S}{9.10^9 4\pi.d}$, ta suy ra: $\varepsilon = \frac{9.10^9.4\pi dC}{S} = 5,3$.

Bài 5.10. Giải: a) $q = CU = 12.10^{-4}$ C.

b) Vì lượng điện tích rất nhỏ, nên điện tích, và do đó, hiệu điện thế giữa hai bản tụ coi như không thay đổi. Công của lực điện sẽ là:

$A = \Delta qU = 72.10^{-6}$ J

c) Điện tích của tụ giảm một nửa thì hiệu điện thế giữa hai bản cũng giảm một nửa.

$U' = \frac{U}{2} = 30$ V

$A' = \Delta qU' = 36.10^{-6}$ J

Bài 5.11. Giải: Điện dung của bộ tụ điện: $C = \frac{Q}{U} = 40$ μF. Vì các tụ điện được ghép song song nên $C = C_1 + C_2 + C_3 = 2C_3$.

Do đó: $C_3 = \frac{C}{2} = 20$ μF. $C_1 = C_2 = 10$ μF

Bài 5.12. Giải: a) Hai tụ điện được ghép nối tiếp nên $C = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = 1,2$ μF.

b) Điện tích của các tụ điện : $Q_1 = Q_2 = Q = CU = 60$ μC.

Hiệu điện thế của các tụ điện: $U_1 = \frac{Q}{C_1} = 30$ V ; $U_2 = \frac{Q}{C_2} = 20$ V.

Bài 5.13. Giải: a) Áp dụng công thức (7.3), $C = \frac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi d}$, trong đó $S = \pi r^2 = \pi(0,02)^2$ m² ; d = 0,002m, ε = 1. Từ đó tính được C = 5,6pF.

b) Áp dụng công thức $E = \frac{U}{d}$, suy ra U = Ed, trong đó đã biết $E = 3.10^6$ V/m. d = 0,002m. Từ đó tính được U = Ed = 6000V, đó là giá trị lớn nhất của hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện.

Bài 5.14. Giải: Khi khoảng cách giữa hai bản tụ điện tăng lên hai lần thì điện dung của nó giảm đi hai lần. Mặt khác, ngắt tụ điện khỏi nguồn điện thì điện tích của tụ điện không đổi. Áp dụng công thức Q = CU ta rút ra U tăng lên hai lần. Vậy U = 1000V.

Bài 5.15. Giải: a) Nếu tụ điện C_2 có điện tích bằng $3.10^{-5}C$, thì $U = \frac{q}{C} = 50$ V.

Thỏa mãn điều kiện $U < 60$ V. Nếu tụ điện C_1 có điện tích bằng $3.10^{-5}C$, thì $U = \frac{q}{C} = 75$ V. Không thỏa mãn điều kiện $U < 60$ V. Vậy chọn $U = 50$ V.

b) Điện tích của tụ điện C_1 bằng $Q_1 = C_1.U = 2.10^{-5}$ C.

Bài 5.16. Giải: Áp dụng cho bộ tụ nối tiếp ta có: $\frac{1}{C} = \frac{1}{20} + \frac{1}{10} + \frac{1}{30}$.

Suy ra: $C = 5,45$ pF.

Bài 5.17. Giải: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1} = 2$. Hiệu điện thế giới hạn đối với tụ điện C_1 là: $U_1 = Ed = 20$ V. Hiệu điện thế giới hạn đối với tụ điện C_2 bằng 10 V. Hiệu điện thế giới hạn với cả bộ là 30 V.

Bài 5.18. Giải: a) $C_{12} = \frac{C_1.C_2}{C_1 + C_2} = 0,75\mu F$

b) Điện tích của tụ C_{12}: $Q = C_{12}.U = 0,75.10^{-6}.4 = 3.10^{-6}C$

Các tụ C_1, C_2 mắc nối tiếp nên điện tích $Q_1 = Q_2 = Q = 3.10^{-6}C$.

Bài 5.19. Giải:

Khi mắc nối tiếp hai tụ điện vào $U = 60V$, ta có:

$$q_1 = q_2 = q_{bộ} = C_{tđ}U$$

$$C_{tđ} = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2}{3}C_2 = \frac{4}{3}\mu F$$

$$q_1 = q_2 = 8.10^{-5} C.$$

Khi ngắt hai tụ điện ra khỏi nguồn và mắc song song với nhau ta có:

$$q'_b = q_1 + q_2 = 16.10^{-5} C$$

$$C'_{tđ} = C_1 + C_2 = 6\mu F$$

$$U' = \frac{q'_b}{C'_{tđ}} = \frac{16.10^{-5}}{6.10^{-6}} = \frac{80}{3} V$$

Do đó: $q'_1 = C_1U = 4.10^{-6}.\frac{80}{3} \approx 10,7.10^{-5}$ C

$$q'_2 = C_2U = 2.10^{-6}.\frac{80}{3} \approx 5,3.10^{-5} C.$$

Bài 5.20. Giải: a) Ta có: $\frac{1}{C_{AB}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{23}} \Rightarrow C_{AB} = \frac{C_1.C_{23}}{C_1 + C_{23}}$

Với $C_1 = 2\mu F$, $C_{23} = C_2 + C_3 = 2\mu F$

Vậy $C_{AB} = 1\mu F$.

b) Điện tích của C_{AB} là

$Q = C_{AB}.U = 10^{-6}.U = 10^{-6}.4 = 4.10^{-6}C.$

Điện tích của các tụ ghép nối tiếp bằng nhau và bằng điện tích của bộ tụ. Do đó:

– Điện tích của C_1: $Q_1 = Q = 4.10^{-6}C$

– Điện tích của C_{23}: $Q_2 + Q_3 = Q = 4.10^{-6}C$

hay $Q_2 = Q_3 = \dfrac{Q}{2} = 2.10^{-6}C$

(Vì $C_2 = C_3$ và $U_2 = U_3 = U_{23} \Rightarrow Q_2 = Q_3$).

Bài 5.21. Giải: a) Gọi C_{23} là điện dung tương đương của hai tụ điện ghép nối tiếp C_2, C_3. Khi đó có thể coi bộ tụ điện gồm hai tụ điện điện dung C_1 và C_{23} ghép song song với nhau.

Ta có hai tụ C_2, C_3 mắc nối tiếp: $\dfrac{1}{C_{23}} = \dfrac{1}{C_2} + \dfrac{1}{C_3}$.

Gọi điện dung của cả bộ là C thì $C = C_1 + C_{23}$.

Từ đó tính được $C_{23} = 2\mu F \Rightarrow C = 3\ \mu F + 2\ \mu F = 5\ \mu F$.

Biết U = 10V vậy $Q = C.U = 5.10^{-6}.10 = 5.10^{-5}\ C$.

b) $U_1 = 10V$, $Q_1 = C_1U$, trong đó đã biết $C_1 = 3\ \mu F$, $U = 10\ V$. Từ đó tính được $Q_1 = 3.10^{-6}.10 = 3.10^{-5}\ C$.

$U_2 + U_3 = 10V$. Vì $C_2 = C_3$ nên suy ra $U_2 = U_3 = 5V$. $Q_2 = Q_3 = C_2U_2$, trong đó đã biết $C_2 = 4\ \mu F$, $U_2 = 5V$.

Từ đó tính được $Q_2 = Q_3 = 4.10^{-6}.5 = 2.10^{-5}\ C$.

(Có thể tính $Q_2 = Q_3 = C_{23}.U = 2.10^{-6}.10 = 2.10^{-5}\ C$; hoặc $Q_2 = Q_3 = Q - Q_1$)

Bài 5.22. Giải: a) $C_{12} = \dfrac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = 0,75\ \mu F$.

$Q_{12} = Q_1$. Do đó $U = U_{12} = \dfrac{Q_{12}}{C_{12}} = 8\ V$.

b) $Q_{34} = Q - Q_{12} = 9,6\ \mu C$.

$Q_4 = Q_{34}$, do đó $C_{34} = \dfrac{Q_{34}}{U} = 1,2\ \mu F$.

$C_4 = \dfrac{C_3C_{34}}{C_3 - C_{34}} = 2\ \mu F$.

Bài 5.23. Giải: a) Điện trường giới hạn của không khí $E_0 = 3.10^6 V/m$ nên hiệu điện thế giới hạn của tụ không khí là:

$$U_0 = E_0d = 3.10^6.1,5.10^{-2} = 45000V$$

- Hiệu điện thế đặt vào tụ $U = 39000V < U_0 = 45000\ V$ nên tụ không bị nổ.

b) Gọi C' là điện dung của tụ khi đưa bản thủy tinh vào và E' là điện trường ở 2 khe không khí.

Theo câu b) bài 4.50 ta có: $E' = \dfrac{C'}{C}.E$

Với $E = \dfrac{U}{d} = \dfrac{39000}{1{,}5.10^{-2}} = 2{,}6.10^{6}$ V/m

Điện trường của tụ không khí:

$$\frac{C'}{C} = \frac{d}{d + a(\frac{1}{\varepsilon} - 1)} = \frac{1{,}5}{1{,}5 + 0{,}3(\frac{1}{7} - 1)} = 1{,}37$$

Vậy $E' = 1{,}37.2{,}6.10^{6} = 3{,}56.10^{6}$ V/m

Điện trường ở 2 khe không khí $E' = 3{,}56.10^{6}$ V/m $> E_0 = 3.10^{6}$ V/m

Vì $E' > E_0$ nên lớp không khí ở 2 khe trở nên dẫn điện và hiệu điện thế U = 39000V xem như nối trực tiếp vào bản thủy tinh (tụ điện có điện môi thủy tinh). Điện trường trong bản thủy tinh là:

$$E'' = \frac{U}{a} = \frac{39000}{0{,}3.10^{-2}} = 1{,}3.10^{7} \text{ V/m}$$

Vì $E'' = 1{,}3.10^{7}$ V/m $> 10^{7}$ V/m nên thủy tinh bị đánh thủng.

Bài 5.24. Giải: a) Điện tích của tụ C_0 sau khi được tích điện là: $Q_0 = C_0U_0$.

Gọi Q_{01} là điện tích của tụ C_0 sau lần nạp điện thứ nhất và Q_1 là điện tích của tụ C thứ nhất sau khi được tích điện.

Theo định luật bảo toàn điện tích ta có:

$$Q_0 = Q_{01} + Q_1 \quad \Rightarrow \quad Q_{01} = Q_0 - Q_1 \qquad (1)$$

Hiệu điện thế của các tụ là:

$$U_1 = \frac{Q_1}{C} = \frac{Q_{01}}{C_0} \quad \text{(C và } C_0 \text{ mắc song song)}$$

Suy ra $\qquad Q_1 = \dfrac{C}{C_0}Q_{01}$

Do đó (1) ⇒ $\qquad Q_{01} = Q_0 - \dfrac{C}{C_0}Q_{01} \quad \Rightarrow \quad Q_{01} = \dfrac{C_0.Q_0}{C + C_0}$

hay $Q_{01} = \dfrac{C_0^2}{C + C_0}U_0 \qquad$ (thay $Q_0 = C_0U_0$)

- Q_{02} là điện tích của tụ C_0 sau lần nạp điện thứ hai và Q_2 là điện tích của tụ C thứ hai sau khi được tích điện.

Ta có $\qquad Q_{02} = Q_{01} - Q_2 \qquad (2)$

Và $\frac{Q_2}{C} = \frac{Q_{02}}{C_0} = U_2$

Suy ra $Q_{02} = \frac{C_0 Q_{01}}{C + C_0} = \frac{C_0}{C + C_0} \cdot \frac{C_0^2}{C + C_0} U_0$

hay $Q_{02} = \frac{C_0^3}{(C + C_0)^2} . U_0$

Bằng cách lí luận như trên ta có biểu thức điện tích còn lại trên tụ C_0 sau khi đã nạp điện cho n tụ là:

$$Q_{0n} = \frac{C_0^{n+1}}{(C + C_0)^n} . U_0 .$$

b) Theo trên ta có biểu thức hiệu điện thế trên tụ thứ nhất:

$$U_1 = \frac{Q_1}{C} = \frac{Q_{01}}{C_0} = \frac{C_0}{C + C_0} U_0$$

Trên tụ thứ hai: $U_2 = \frac{Q_2}{C} = \frac{Q_{02}}{C_0} = \frac{C_0^2}{(C + C_0)^2} U_0$

Vậy biểu thức của hiệu điện thế của tụ thứ n là:

$$U_n = \frac{C_0^n}{(C + C_0)^n} . U_0$$

Bài 5.25. Giải: a) Năng lượng mà đèn tiêu thụ: $W = \frac{1}{2} CU^2 = 40,8$ J.

b) Công suất phóng điện: $P = \frac{W}{t} = 8,17$ kW.

Bài 5.26. Giải: $C = \frac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi d}$. Suy ra điện dung của tụ điện tăng.

Tụ điện đã ngắt khỏi nguồn nên điện tích không đổi.

$U = \frac{Q}{C}$, vì C tăng nên U giảm.

$W = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$, năng lượng của tụ điện giảm.

$E = \frac{U}{d}$, U giảm nên điện trường E cũng giảm.

C. CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

I. ĐIỆN TÍCH - ĐỊNH LUẬT COLOMB

1. Chọn câu trả lời **đúng**

Nhiễm điện cho một thanh nhựa rồi đưa nó lại gần hai vật M và N. Ta thấy thanh nhựa hút cả hai vật M và N.Tình huống nào dưới đây chắc chắn không thể xảy ra?

A. M và N nhiễm điện cùng dấu.

B. M và N nhiễm điện trái dấu.

C. M nhiễm điện mạnh còn N nhiễm điện yếu.

D. M nhiễm điện yếu còn N nhiễm điện mạnh.

2. Nói về sự nhiễm điện do hưởng ứng giữa hai vật A và B câu nào sau đây là **đúng?**

A. Điện tích truyền từ A sang B.

B. Điện tích truyền từ B sang A.

C. Không có sự truyền điện tích từ vật nọ sang vật kia,chỉ có sự sắp xếp lại các điện tích khác dấu nhau ở hai phần của vật nhiễm điện hưởng ứng.

D. Điện tích có thể truyền từ A sang B hoặc ngược lại.

3. Có bốn vật A, B, C, D kích thước nhỏ, nhiễm điện. Biết rằng vật A hút vật B nhưng đẩy vật C. Vật C hút vật D. A nhiễm điện dương.Hỏi B,C,D nhiễm điện gì?

A. B âm; C âm; D dương.
B. B âm; Cdương; D dương.
C. B âm; Cdương; D âm.
D. B dương; C âm; D dương.

4. Chọn câu trả lời **đúng**

Một hệ cô lập gồm ba điện tích điểm, có khối lượng không đáng kể, nằm cân bằng với nhau. Tình huống nào dưới đây có thể xảy ra?

A. Ba điện tích cùng dấu nằm ở ba đỉnh của một tam giác đều.

B. Ba điện tích cùng dấu nằm trên một đường thẳng.

C. Ba điện tích không cùng dấu nằm tại ba đỉnh của một tam giác đều.

D. Ba điện tích không cùng dấu nằm trên một đường thẳng.

5. Hãy chọn câu **đúng.**

Độ lớn của lực tương tác giữa hai điện tích điểm trong không khí:

A. tỉ lệ với bình phương khoảng cách giữa hai điện tích.

B. tỉ lệ với khoảng cách giữa hai điện tích.

C. tỉ lệ nghịch với khoảng cách giữa hai điện tích.

D. tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa hai điện tích.

6. Chọn câu trả lời **đúng**

Nếu tăng khoảng cách giữa hai điện tích điểm lên 3 lần thì lực tương tác tĩnh điện giữa chúng sẽ:

A. tăng lên 3 lần.
B. giảm đi 3 lần
C. tăng lên 9 lần.
D. giảm đi 9 lần.

7. Theo thuyết êlectron cổ điển thì thế nào là một vật nhiễm điện dương hay nhiễm điện âm. Câu nào là **đúng?**

A. Vật nhiễm điện dương là vật chỉ có các điện tích dương.
B. Vật nhiễm điện âm là vật chỉ có các điện tích âm.
C. Vật nhiễm điện dương là vật thiếu các êlectron, vật nhiễm điện âm là vật có dư các êlectron.
D. Vật nhiễm điện dương hay âm là do số êlectron trong nguyên tử nhiều hay ít

8. Chọn câu trả lời **đúng**

Môi trường nào sau đây không chứa điện tích tự do?

A. Nước biển.
B. Nước sông.
C. Nước mưa.
D. Nước cất.

9. Câu nào là **đúng** khi giải thích tính dẫn điện hay tính cách điện của một vật.

A. Vật dẫn điện là vật được tích điện lớn, vì vậy điện tích có thể truyền trong vật.
B. Vật cách điện là vật hầu như không tích điện, vì vậy điện tích không thể truyền qua nó.
C. Vật dẫn điện là vật có nhiều êlectron, vì vậy điện tích có thể truyền qua vật đó.
D. Vật cách điện là vật hầu như không có điện tích tự do, vì vậy điện tích không thể truyền qua nó.

10. Chọn câu trả lời **đúng**

Trong trường hợp nào dưới đây sẽ không xảy ra hiện tượng nhiễm điện do hưởng ứng? Đặt quả cầu mang điện ở gần đầu của một:

A. thanh kim loại không mang điện.
B. thanh kim loại mang điện dương.
C. thanh kim loại mang điện âm.
D. thanh nhựa mang điện âm.

11. Câu nào là **đúng** khi giải thích sự nhiễm điện của các vật.

A. Các điện tích dương hoặc âm truyền qua những điểm tiếp xúc giữa hai vật khi hai vật cọ xát với nhau làm cho hai vật đó nhiễm điện, đó là nhiễm điện do cọ xát.

B. Vật A tiếp xúc với vật B đã nhiễm điện, êlectrôn từ vật B tự do truyền qua điểm tiếp xúc làm cho A trở thành nhiễm điện. Đó là nhiễm điện do tiếp xúc.

C. Vật kim loại A ở gần B đã nhiễm điện, êlectron tự do hoặc bị hút về phần vật A gần B hoặc bị đẩy về phần vật A xa B, đó là nhiễm điện do hưởng ứng.

D. Khi vật nhiễm điện dương thì các điện tích dương từ vật khác chuyển tới.

12. Chọn câu trả lời **đúng**

Vào mùa hanh khô, nhiều khi kéo áo len qua đầu, ta thấy có tiếng nổ lốp đốp nhỏ. Đó là do:

A. Hiện tượng nhiễm điện do tiếp xúc.

B. Hiện tượng nhiễm điện do cọ sát.

C. Hiện tượng nhiễm điện do hưởng ứng.

D. Cả ba hiện tượng nhiễm điện nêu trên.

13. Câu nào là **sai** khi giải thích sự nhiễm điện của các vật.

A. Vật A tiếp xúc với vật B đã nhiễm điện, êlectrôn tự do truyền qua điểm tiếp xúc làm cho A trở thành nhiễm điện. Đó là nhiễm điện do tiếp xúc.

B. Khi vật nhiễm điện dương thì các điện tích dương từ vật khác chuyển tới, vật nhiễm điện âm thì các điện tích âm từ vật khác đã chuyển tới vật

C. Êlectron truyền qua những điểm tiếp xúc giữa hai vật khi hai vật cọ xát với nhau làm cho hai vật đó nhiễm điện, đó là nhiễm điện do cọ xát.

D. Vật kim loại A ở gần B đã nhiễm điện, êlectron tự do hoặc bị hút về phần vật A gần B hoặc bị đẩy về phần vật A xa B, đó là nhiễm điện do hưởng ứng.

14. Chọn câu trả lời **đúng**

Đưa một quả cầu kim loại A chứa một điện tích dương rất lớn lại gần một quả cầu kim loại B chứa một điện tích âm rất nhỏ. Quả cầu B sẽ:

A. nhiễm thêm điện dương lẫn điện âm.
B. chỉ nhiễm thêm điện dương.

C. chỉ nhiễm thêm điện âm.
D. không nhiễm thêm điện.

15. Đưa một quả cầu kim loại không nhiễm điện A lại gần một quả cầu B nhiễm điện thì hai quả cầu hút lẫn nhau. Giải thích nào là **đúng?**

A. Khi đó A nhiễm điện do tiếp xúc. Phần A gần B nhiễm điện cùng dấu với điện tích của B, phần A xa B nhiễm điện trái dấu. Lực hút lớn hơn lực đẩy, kết quả là A bị hút về phía B.

B. Khi đó A nhiễm điện do tiếp xúc. Phần A gần B nhiễm điện trái dấu với điện tích của B. Quả cầu A vừa bị B hút, vừa bị B đẩy, lực hút lớn hơn lực đẩy, kết quả là A bị hút về phía B.

C. Khi đó A nhiễm điện do hưởng ứng. Phần A gần B nhiễm điện cùng dấu với điện tích của B, phần A xa B nhiễm điện trái dấu. Quả cầu A vừa bị B hút, vừa bị B đẩy, lực hút lớn hơn lực đẩy, kết quả là A bị hút về phía B.

D. Khi đó A nhiễm điện do hưởng ứng. Phần A gần B nhiễm điện trái dấu với điện tích của B, phần A xa B nhiễm điện cùng dấu. Quả cầu A vừa bị B hút, vừa bị B đẩy, lực hút lớn hơn lực đẩy, kết quả là A bị hút về phía B.

16. Chọn câu trả lời **đúng**

Cho quả cầu kim loại trung hòa điện tiếp xúc với một vật nhiễm điện dương thì quả cầu cũng được nhiễm điện dương. Khi đó khối lượng của quả cầu:

A. tăng lên.	B. giảm đi.

C. hầu như không đổi	D. LÚC đầu tăng rồi sau đó gảm.

17. Có ba vật dẫn, A nhiễm điện dương, B và C không nhiễm điện. Làm thế nào để hai vật dẫn B, C nhiễm điện trái dấu nhau và có độ lớn bằng nhau?

A. Cho A tiếp xúc với B, rồi cho A tiếp xúc với C.

B. Cho A tiếp xúc với B rồi cho B nhiễm điện hưởng ứng với C.

C. Cho A nhiễm điện hưởng ứng với C rồi cho C tiếp xúc với B.

D. Đặt B, C tiếp xúc với nhau rồi cho chúng nhiễm điện do hưởng ứng với A. Sau đó tách chúng ra.

18. Chọn câu trả lời **đúng**

Hai quả cầu kim loại cùng kích thước. Ban đầu chúng hút nhau. Sau khi cho chúng chạm nhau người ta thấy chúng đẩy nhau. Có thể kết luận rằng cả hai quả cầu ban đầu đều:

A. tích điện dương.	B. tích điện âm.

C. tích điện trái dấu nhưng có độ lớn bằng nhau.

D. tích điện trái dấu nhưng có độ lớn không bằng nhau.

19. Chọn câu trả lời **đúng**

Hai quả cầu cùng kích thước nhưng cho tích điện trái dấu và có độ lớn khác nhau. Sau khi cho chúng tiếp xúc vào nhau rồi tách ra thì chúng sẽ:

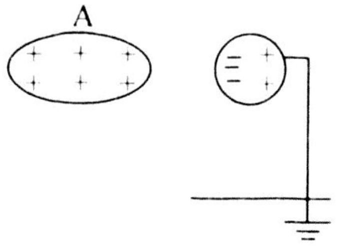
A. luôn luôn đẩy nhau.

B. luôn luôn hút nhau.

C. có thể hút hoặc đẩy tùy thuộc vào khoảng cách giữa chúng.

D. không có cơ sở để kết luận.

20. Đưa vật A đã nhiễm điện dương lại gần quả cầu kim loại trung hòa điện và được nhiễm điện như trên Hình 21. Hỏi trên quả cầu có điện tích như thế nào nếu ta cắt dây nối đất rồi sau đó đưa A ra xa quả cầu?



Hình 21

A. Quả cầu sẽ mất điện tích.

B. Quả cầu sẽ tích điện âm.

C. Quả cầu sẽ tích điện dương.

D. Quả cầu sẽ tích điện dương hoặc âm tùy theo ta đưa nhanh hoặc chậm.

21. Chọn câu trả lời **đúng**

Hai quả cầu nhẹ cùng khối lượng được treo gần nhau bằng hai dây cách điện có cùng chiều dài và hai quả cầu không chạm nhau. Tích cho hai quả cầu điện tích cùng dấu nhưng có độ lớn khác nhau thì lực tác dụng làm hai dây treo lệch đi những góc so với phương thẳng đứng là:

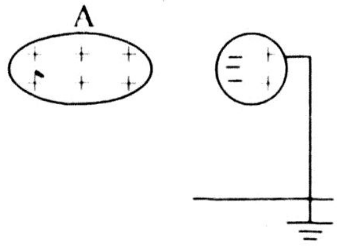
A. Bằng nhau.

B. Quả cầu nào tích điện có độ lớn điện tích lớn hơn thì có góc lệch lớn hơn.

C. Quả cầu nào tích điện có độ lớn điện tích lớn hơn thì có góc lệch nhỏ hơn.

D. Quả cầu nào tích điện có độ lớn điện tích nhỏ hơn thì có góc lệnh nhỏ hơn.

22. Đưa vật A đã nhiễm điện dương lại gần quả cầu kim loại trung hòa điện và được nhiễm điện như trên Hình 23. Hỏi trên quả cầu có điện tích như thế nào nếu đưa vật A ra xa quả cầu rồi cắt dây nối đất?



Hình 23

A. Quả cầu sẽ tích điện âm.

B. Quả cầu sẽ tích điện dương

C. Quả cầu sẽ mất điện tích.

D. Quả cầu sẽ tích điện dương hoặc âm tùy theo ta đưa nhanh hoặc chậm.

23. Chọn câu trả lời **đúng**

Hai điện tích dương cùng độ lớn được đặt tại hai điểm A, B. Đặt một chất điểm tích điện tích Q_0 tại trung điểm của AB thì ta thấy Q_0 đứng yên. Có thể kết luận:

A. Q_0 là điện tích dương.
B. Q_0 là điện tích âm.

C. Q_0 là điện tích có thể có dấu bất kì.
D. Q_0 phải bằng không.

24. Chọn phương án **đúng.**

Cho quả cầu kim loại trung hòa điện tiếp xúc với một vật nhiễm điện âm thì quả cầu cũng được nhiễm điện âm. Hỏi khi đó khối lượng của quả cầu thay đổi như thế nào?

A. Tăng lên.	B. Không đổi.
C. Giảm đi.	D. Lúc đầu tăng rồi sau đó giảm.

25. Chọn câu trả lời **đúng**

A. Điện tử và nơtrôn có điện tích cùng độ lớn nhưng trái dấu.

B. Điện tử và prôton có cùng khối lượng.

C. Điện tử và prôton có điện tích cùng độ lớn nhưng trái dấu.

D. Prôton và nơtrôn có cùng điện tích.

26. Chọn câu trả lời **đúng**

Một vật mang điện âm là do:

A. nó có dư electrôn.

B. nó thiếu electrôn.

C. hạt nhân nguyên tử của nó có số nơtrôn nhiều hơn số prôtôn.

D. hạt nhân nguyên tử của nó có số prôtôn nhiều hơn số nơtrôn.

27. Chọn câu trả lời ***sai***

Hạt nhân của một nguyên tử:

A. mang điện tích dương.

B. chiếm hầu hết khối lượng nguyên tử.

C. kích thước rất nhỏ so với kích thước nguyên tử.

D. trung hòa về điện.

28. Chọn câu trả lời **đúng**

So sánh lực tương tác tĩnh điện giữa điện tử và prôtôn với lực vạn vật hấp dẫn giữa chúng thì:

A. lực tương tác tĩnh điện rất nhỏ so với lực vạn vật hấp dẫn.

B. lực tương tác tĩnh điện rất lớn so với lực vạn vật hấp dẫn.

C. lực tương tác tĩnh điện bằng so với lực vạn vật hấp dẫn.

D. lực tương tác tĩnh điện rất lớn so với lực vạn vật hấp dẫn ở khoảng cách nhỏ và rất nhỏ so với lực vạn vật hấp dẫn ở khoảng cách lớn.

29. Chọn câu trả lời **đúng**

Hai vật dẫn mang điện đặt cách nhau một khoảng r trong không khí. Dịch chuyển để khoảng cách giữa hai vật đó giảm đi hai lần nhưng vẫn giữ nguyên độ lớn điện tích của chúng và đổ đầy vào giữa chúng một chất điện môi lỏng có $\varepsilon = 4$. Khi đó lực tương tác giữa hai vật:

A. Tăng lên hai lần. B. Giảm đi hai lần.

C. Tăng lên bốn lần. D. Không đổi.

30. Chọn câu trả lời **đúng**

Hai quả cầu nhỏ giống nhau, có điện tích Q_1 và Q_2, ở khoảng cách R đẩy nhau với lực F_0. Sau khi cho chúng tiếp xúc, đặt lại ở khoảng cách R chúng sẽ:

A. hút nhau với $F < F_0$ B. đẩy nhau với $F < F_0$

C. đẩy nhau với $F > F_0$ D. hút nhau với $F > F_0$

II. ĐIỆN TRƯỜNG

31. Chọn phát biểu **đúng**

A. Đường sức điện trường tĩnh không cắt nhau.

B. Đường sức điện trường tĩnh là những đường song song cách đều nhau.

C. Đường sức điện trường là quỹ đạo chuyển động của các điện tích điểm dương đặt trong điện trường.

D. A, B, C đều đúng.

32. Chọn câu trả lời **đúng**

Chọn một hình thoi tâm O, cường độ điện trường tại O triệt tiêu khi:

A. Tại bốn đỉnh hình thoi có bốn điện tích giống nhau.

B. Tại bốn đỉnh có bốn điện tích cùng độ lớn nhưng điện tích âm, dương xen kẽ

C. Tại mỗi hai đỉnh đối diện có điện tích cùng dấu và bằng nhau.

D. Cả A, B, C đều đúng.

33. Hãy chọn câu **đúng** nhất

Tại điểm P có điện trường. Đặt điện tích thử q_1 tại P ta thấy có lực điện $\vec{F}_1$ tác dụng lên q_1. Thay q_1 bằng q_2 thì có lực $\vec{F}_2$ tác dụng lên q_2 là $\vec{F}_2$ khác $\vec{F}_1$ về hướng và độ lớn. Điều đó được giải thích là:

A. Vì khi thay q_1 bằng q_2 thì điện trường tại P thay đổi.

B. Vì q_1 và q_2 ngược dấu nhau.

C. Vì hai điện tích thử q_1, q_2 có độ lớn và dấu khác nhau.

D. Vì độ lớn của hai điện tích thử q_1, q_2 khác nhau.

34. Chọn câu **sai**

Có ba điện tích điểm nằm cố định trên ba đỉnh một hình vuông (mỗi điện tích ở một đỉnh) sao cho điện trường ở đỉnh thứ tư bằng không.

Nếu vậy thì trong ba điện tích đó:

A. có hai điện tích dương, một điện tích âm.

B. có hai điện tích âm, một điện tích dương.

C. đều là các điện tích dương.

D. có hai điện tích bằng nhau, độ lớn của hai điện tích này nhỏ hơn độ lớn của điện tích thứ ba.

35. Câu nào là **đúng** khi nói về vectơ cường độ điện trường.

A. Vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ cùng phương và cùng chiều với lực $\vec{F}$ tác dụng lên một điện tích thử đặt trong điện trường đó.

B. Vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ cùng phương và ngược chiều với lực $\vec{F}$ tác dụng lên một điện tích thử đặt trong điện trường đó.

C. Vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ cùng phương và cùng chiều với lực $\vec{F}$ tác dụng lên một điện tích thử dương đặt trong điện trường đó.

D. Vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ cùng phương và cùng chiều với lực $\vec{F}$ tác dụng lên một điện tích thử âm đặt trong điện trường đó.

36. Tính chất cơ bản của điện trường là:

A. Điện trường gây ra cường độ điện trường tại mỗi điểm trong nó.

B. Điện trường gây ra điện thế tại mỗi điểm trong nó.

C. Điện trường gây ra đường sức điện tại mọi điểm đặt trong nó.

D. Điện trường gây ra lực điện tác dụng lên điện tích đặt trong nó.

37. Trong các quy tắc vẽ các đường sức điện sau đây, quy tắc nào **sai?**

A. Tại một điểm bất kì trong điện trường nói chung có thể vẽ được một đường sức đi qua điểm đó.

B. Các đường sức nói chung xuất phát từ các điện tích âm, tận cùng tại các điện tích dương.

C. Các đường sức không cắt nhau.

D. Nơi nào cường độ điện trường lớn hơn thì các đường sức được vẽ dày hơn

38. Chọn câu **sai**:

A. Điện phổ cho ta biết sự phân bố các đường sức của điện trường.

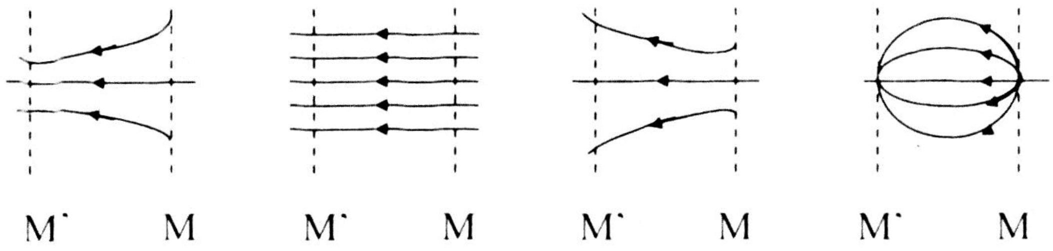
B. Nói chung, các đường sức điện xuất phát từ các điện tích dương, tận cùng tại các điện tích âm.

C. Khi một điện tích chuyển động trong điện trường từ điểm M đến điểm N thì công của lực điện trường càng lớn khi quãng đường đi từ M đến N của điện tích càng dài.

D. Các đường sức của điện trường đều là các đường thẳng song song và cách đều nhau.

39. Trên Hình 39 có vẽ các đường sức của một số điện trường trong phạm vi M'M.

Tìm hình vẽ có có cường độ điện trường giảm dần từ M' sang M.

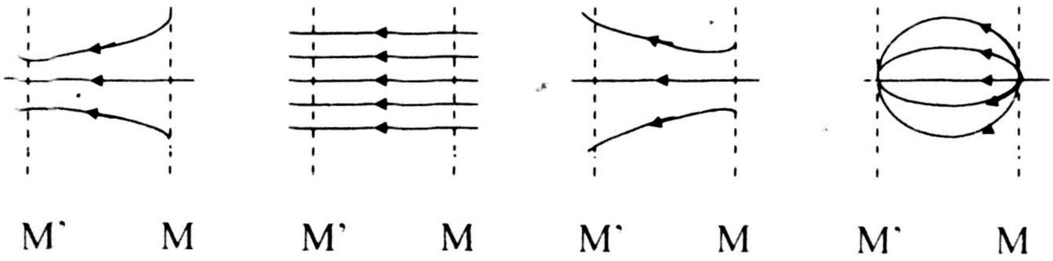


A B. C D

Hình 39

40. Trên Hình 40 có vẽ các đường sức của một số điện trường trong phạm vi M'M.

Tìm hình vẽ điện trường mà nếu đi từ M' sang M thì lúc đầu cường độ điện trường giảm sau đó lại tăng dần.



A B C D

Hình 40

41. Chọn câu trả lời **đúng**

Tính chất của điện trường tĩnh là:

A. do điện tích đứng yên tạo ra.

B. tác dụng lực Coulomb lên một điện tích đặt trong nó.

C. có đường sức là các đường cong biểu diễn cho phương, chiều và độ mạnh yếu của véctơ cường độ điện trường.

D. Cả A, B, C đều đúng.

42. Chọn câu trả lời **đúng**

Véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$ do một điện tích điểm $Q > 0$ gây ra thì:

A. luôn hướng về Q.

B. luôn hướng xa Q.

C. tại mỗi điểm xác định trong điện trường độ lớn E thay đổi theo thời gian.

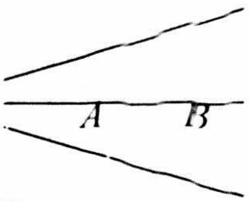
D. tại mọi điểm trong điện trường độ lớn E là hằng số.

43. Hình 43 vẽ dạng đường sức của một điện trường nằm trong vùng không gian giữa hai điểm A và B. Gọi E_A và E_B là độ lớn của cường độ điện trường tại A và tại B. Hãy chọn câu khẳng định **đúng**:

A. $E_A > E_B$ B. $E_A < E_B$

C. $E_A = E_B$

D. Không khẳng định được vì không biết chiều các đường sức.



Hình 43

44. Hãy chọn câu **đúng nhất**

Tại điểm P có điện trường. Đặt điện tích thử q_1 tại P ta thấy có lực điện $\vec{F}_1$. Thay q_1 bằng q_2 thì có lực điện $\vec{F}_2$ tác dụng lên q_2. $\vec{F}_2$ khác $\vec{F}_1$ về hướng và độ lớn. Giải thích:

A. Vì khi thay q_1 bằng q_2 thì điện trường tại P.

B. Vì q_1 và q_2 ngược dấu nhau.

C. Vì hai điện tích thử q_1, q_2 có độ lớn và dấu khác nhau.

D. Vì độ lớn của hai điện tích thử q_1, q_2 khác nhau.

45. Chọn câu trả lời **đúng**

Tại điểm nào dưới đây sẽ không có điện trường?

A. Ở bên ngoài, gần một quả cầu nhựa nhiễm điện.

B. Ở bên trong một quả cầu nhựa nhiễm điện.

C. Ở bên ngoài gần một quả cầu kim loại nhiễm điện.

D. Ở bên trong một quả cầu kim loại nhiễm điện.

III. ĐIỆN THẾ - HIỆU ĐIỆN THẾ

46. Với điện trường như thế nào thì có thể viết hệ thức U = Ed?

A. Điện trường của điện tích dương.

B. Điện trường của điện tích âm.

C. Điện trường đều.

D. Điện trường không đều.

47. Cho biết mối liên hệ giữa hiệu điện thế hai điểm M, N: U_{MN} và U_{NM}

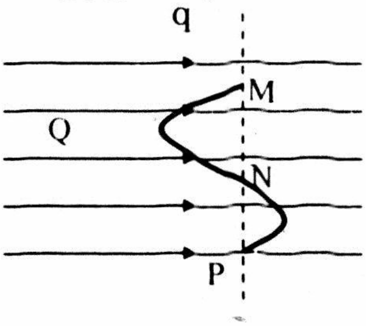
A. $U_{MN} > U_{NM}$ B. $U_{MN} < U_{NM}$ C. $U_{MN} = U_{NM}$ D. $U_{MN} = -U_{NM}$

48. Công thức liên hệ giữa cường độ điện trường và hiệu điện thế là:

A. $U = Ed$ B. $U = \dfrac{A}{q}$ C. $E = \dfrac{A}{qd}$ D. $E = \dfrac{F}{q}$.

49. Một điện tích q chuyển động từ điểm M đến điểm Q, N, từ điểm N đến điểm P như trên Hình 49 thì công của lực điện trường trong mỗi trường hợp cho sau đây, trường hợp nào **sai?**

A. $A_{MQ} = -A_{QN}$. B. $A_{MN} = A_{NP}$



Hình 49

C. $A_{QP} = A_{QN}$ D. $A_{MQ} = A_{MP}$

50. Chọn câu trả lời **đúng**

Một điện tích điểm q di chuyển trong điện trường đều E có quỹ đạo là một đường cong kín có chiều quỹ đạo là s thì công của lực điện trường:

A. qEs B. 2qEs

C. bằng không D. Một kết quả khác

51. Chọn câu trả lời ***sai***

Công của lực điện trường làm di chuyển một điện tích q đặt trong nó:

A. phụ thuộc vào hình dạng đường đi.

B. chỉ phụ thuộc cường độ điện trường.

C. chỉ phụ thuộc hiệu điện thế ở hai đầu đường đi.

D. cả A, B, C đều sai.

52. Tìm câu phát biểu **đúng** về mối quan hệ giữa công của lực điện và thế năng tĩnh điện:

A. Công của lực điện cũng là thế năng tĩnh điện.

B. Công của lực điện là số đo độ biến thiên thế năng tĩnh điện.

C. Lực điện thực hiện công dương thì thế năng tĩnh điện tăng.

D. Lực điện thực hiện công âm thì thế năng tĩnh điện giảm.

53. Chọn phát biểu ***sai***

A. Cường độ điện trường đặc trưng về mặt tác dụng lực của điện trường.

B. Trong vật dẫn luôn có điện tích.

C. Hiệu điện thế đặc trưng cho khả năng thực hiện công của điện trường.

D. Điện trường của điện tích điểm là điện trường đều.

54. Chọn câu trả lời **đúng**

Vật dẫn cân bằng điện trong điện trường có:

A. cường độ điện trường bên trong vật bằng 0.

B. điện thế tại mỗi điểm trên bề mặt bằng nhau.

C. điện tích tập trung nhiều ở chỗ lồi, nhọn trên vật.

D. cả A, B, C đều đúng.

IV. ĐIỆN DUNG - TỤ ĐIỆN

55. Một tụ điện phẳng được mắc vào hai cực của một nguồn điện có hiệu điện thế 500 V. Ngắt tụ điện ra khỏi nguồn rồi kéo cho khoảng cách của hai bản tụ điện tăng gấp hai lần. Hiệu điện thế của tụ điện khi đó

A. giảm hai lần. B. tăng hai lần. C. tăng 3 lần D. giảm 4 lần.

56. Ba tụ điện giống nhau điện dung mỗi chiếc C ghép song song, điện dung của bộ tụ điện đó là:

A. C B. 2C C. $\frac{C}{3}$ D. 3C

57. Ba tụ điện giống nhau, mỗi chiếc có điện dung C, ghép nối tiếp, điện dung của bộ tụ điện đó là:

A. C B. 2C C. $\frac{C}{3}$ D. 3C.

58. Chọn câu **đúng**:

A. Hai tụ điện ghép nối tiếp, điện dung của mỗi tụ điện trong bộ nhỏ hơn điện dung của cả bộ.

B. Hai tụ điện ghép nối tiếp, điện tích của cả bộ lớn hơn điện tích của mỗi tụ điện trong bộ.

C. Hai tụ điện ghép song song năng lượng của cả bộ bằng tổng năng lượng của các tụ điện trong bộ.

D. Hai tụ điện ghép song song thì hiệu điện thế của hai tụ điện bằng nhau, do đó cường độ điện trường trong hai tụ điện cũng bằng nhau.

59. Chọn câu **đúng**

Hai bản của một tụ điện phẳng được nối với hai cực một acquy. Nếu dịch chuyển để các bản ra xa nhau thì trong khi dịch chuyển có dòng điện đi qua acquy không? Nếu có, hãy nói rõ chiều dòng điện.

A. Không có.

B. Lúc đầu dòng điện đi từ cực âm sang cực dương, sau đó dòng điện có chiều ngược lại.

C. Dòng điện đi từ cực âm sang cực dương.

D. Dòng điện đi từ cực dương sang cực âm.

60. Nối hai bản của một tụ điện phẳng với hai cực một nguồn điện. Sau đó ngắt tụ điện ra khỏi nguồn rồi đưa vào giữa hai bản một chất điện môi có hằng số điện môi ε. Điện dung C; hiệu điện thế U giữa hai bản tụ điện thay đổi ra sao?

A. C tăng; U tăng. B. C tăng, U giảm.

C. C giảm, U giảm. D C giảm, U tăng.

61. Nối hai bản của một tụ điện phẳng với hai cực một nguồn điện. Sau đó ngắt tụ điện ra khỏi nguồn rồi đưa vào giữa hai bản một chất điện môi có hằng số điện môi ε. Năng lượng W của tụ điện. Cường độ điện trường giữa hai bản tụ điện thay đổi ra sao?

A. W tăng, E tăng. B. W tăng, E giảm.

C. W giảm, E giảm. D W giảm, E tăng.

62. Chọn câu trả lời **đúng**

A. Điện dung của tụ điện tỉ lệ với điện tích của nó.

B. Điện tích của tụ điện tỉ lệ với hiệu điện thế giữa hai bản của nó.

C. Hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện tỉ lệ với điện dung của nó.

D. Điện dung của tụ điện tỉ lệ nghịch với hiệu điện thế giữa hai bản của nó.

63. Chọn câu trả lời **đúng**

Hai tụ điện chứa cùng một điện tích:

A. Hai tụ điện phải có cùng điện dung.

B. Hiệu điện thế giữa hai bản của mỗi tụ điện phải bằng nhau.

C. Tụ điện có điện dung lớn sẽ có hiệu điện thế giữa hai bản lớn hơn.

D. Hiệu điện thế giữa hai bản tụ tỉ lệ nghịch với điện dung của nó.

64. Chọn câu trả lời **đúng**

A. Điện dung của tụ điện là điện tích trên bản tụ dương.

B. Điện dung của tụ điện tỉ lệ với khoảng cách giữa hai bản tụ.

C. Điện dung của tụ điện tỉ lệ nghịch với điện tích phần hai bản tụ đối diện nhau.

D. Năng lượng của tụ là năng lượng điện trường bên trong tụ.

65. Chọn câu trả lời **đúng**

Hai bản của một tụ điện phẳng được nối với hai cực của một acquy. Nếu dịch chuyển để các bản lại gần nhau nhau thì trong khi dịch chuyển có dòng điện đi qua acquy không? Nếu có hãy nói rõ chiều dòng điện.

A. Không có.

B. Lúc đầu dòng điện đi từ cực âm sang cực dương, sau đó dòng điện có chiều ngược lại.

C. Dòng điện đi từ cực âm sang cực dương.

D. Dòng điện đi từ cực dương sang cực âm.

66. Chọn câu trả lời **đúng**

Xét mối quan hệ giữa điện dung C và hiệu điện thế tối đa U_{max} có thể đặt giữa hai bản của một tụ điện phẳng không khí. Gọi S là diện tích các bản, d là khoảng cách giữa hai bản.

A. Với S như nhau, C càng lớn thì U_{max} càng lớn.

B. Với S như nhau, C càng lớn thì U_{max} càng nhỏ.

C. Với d như nhau, C càng lớn thì U_{max} càng lớn.

D. Với d như nhau, C càng lớn thì U_{max} càng nhỏ.

67. Chọn câu trả lời **đúng**

Bộ tụ điện ghép nối tiếp có:

A. Điện tích của bộ tụ bằng tổng điện tích các tụ thành phần.

B. Điện tích của bộ tụ bằng điện tích mỗi tụ thành phần.

C. Điện dung của bộ tụ lớn hơn điện dung của mỗi tụ thành phần có điện dung lớn nhất.

D. Câu A và C đúng.

68. Chọn câu trả lời **đúng**

Bộ tụ điện ghép song song có:

A. Điện tích của bộ tụ bằng tổng điện tích các tụ thành phần.

B. Điện tích của bộ tụ bằng điện tích mỗi tụ thành phần.

C. Điện dung của bộ tụ lớn hơn điện dung của tụ thành phần có điện dung lớn nhất.

D. Câu B và C đúng.

69. Biểu thức nào dưới đây là biểu thức của mật độ năng lượng điện trường trong tụ điện?

A. $\frac{1}{2}aU$ B. $\frac{1}{2}CU^2$ C. $\frac{1}{2}CE^2d^2$ D. $\frac{1}{72\pi.10^9}\varepsilon E^2$

HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM CHƯƠNG I

I. ĐIỆN TÍCH – ĐỊNH LUẬT COLOMB

1. Trả lời: Chọn B.

2. Trả lời: Chọn C.

Giải: Không có sự truyền điện tích từ vật nọ sang vật kia, chỉ có sự sắp xếp lại các điện tích khác dấu nhau ở hai phần của vật nhiễm điện hưởng ứng

3. Trả lời: Chọn C.

Giải: A đẩy C, C hút D, chứng tỏ A và D nhiễm điện trái dấu nhau. A hút B, chứng tỏ A và B nhiễm điện trái dấu nhau. Vậy B và D nhiễm điện cùng dấu. Suy ra B âm; C dương; D âm.

4. Trả lời: Chọn D.

5. Trả lời: Chọn D.

Giải: tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa hai điện tích.

6. Trả lời: Chọn D.

7. Trả lời: Chọn C.

8. Trả lời: Chọn D.

9. Trả lời: Chọn D.

Câu đúng: Vật cách điện là vật hầu như không có điện tích tự do, vì vậy điện tích không thể truyền qua nó.

10. Trả lời: Chọn D

11. Trả lời: Chọn C.

12. Trả lời: Chọn B.

13. Trả lời: Chọn B.

14. Trả lời: Chọn A.

15. Trả lời: Chọn D.

16. Trả lời: Chọn B.

Giải: Khi này thực chất một lượng êlectrôn chuyển từ quả cầu sang vật tích điện dương, nên nói một cách chính xác khối lượng quả cầu phải giảm (tuy rằng rất bé)

17. Trả lời: Chọn D.

Giải: Đặt B, C tiếp xúc với nhau rồi cho chúng nhiễm điện do hưởng ứng. Sau đó tách chúng ra. Nếu B gần A hơn C thì B nhiễm điện trái dấu với điện tích của A.

18. Trả lời: Chọn D.

19. Trả lời: Chọn A.

20. Trả lời: Chọn B.

Giải: Có điện tích âm vì khi cắt dây quả cầu tích điện âm, khi đưa A ra xa nó vẫn có điện âm.

21. Trả lời: Chọn A.

22. Trả lời: Chọn C.

Giải: Quả cầu sẽ mất điện tích vì: Khi đưa A ra xa quả cầu sẽ không bị nhiễm điện hưởng ứng nữa, khi đó cắt dây quả cầu sẽ không còn tích điện.

23. Trả lời: Chọn C.

24. Trả lời: Chọn A.

Giải: Khi này thực chất một lượng êlectrôn chuyển từ vật tích điện âm sang quả cầu, nên nói một cách chính xác khối lượng quả cầu phải tăng (tuy rằng rất bé).

25. Trả lời: Chọn C.

26. Trả lời: Chọn A.

27. Trả lời: Chọn D.

28. Trả lời: Chọn B.

29. Trả lời: Chọn D.

Nếu hằng số điện môi không đổi thì ta có: $r_2 = \frac{r_1}{2}$

$$F_1 = k\frac{|q_1.q_2|}{r_1^2}\ ;\ F_2 = k\frac{|q_1.q_2|}{r_2^2} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 4.$$

Ở đây hằng số điện môi tăng gấp 4 vậy suy ra F không đổi.

30. Trả lời: Chọn C.

Ta có ban đầu: $F_0 = F_1 = k\frac{|Q_1.Q_2|}{R^2} = k\frac{Q_1.Q_2}{R^2}$ (1)

Vì hai quả cầu đẩy nhau nên $Q_1.Q_2 > 0$

Sau khi tiếp xúc hai quả cầu tích điện bằng nhau và bằng:

$Q_{1'} = Q_{2'} = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{2}\right)$. Do đó lực tương tác giữa chúng là lực đẩy

và có độ lớn: $F = F_2 = k\frac{\left|\left(\frac{Q_1 + Q_2}{2}\right)^2\right|}{R^2}$ (2)

Vì $Q_{1'} + Q_{2'} = Q_1 + Q_2 = \text{const}$ và $Q_{1'} = Q_{2'}$ nên theo bất đẳng thức Côsi:

$Q_1.Q_2 < \left(\frac{Q_1 + Q_2}{2}\right)^2$ (3)

Từ (1), (2) và (3) suy ra: $F > F_0$.

II. ĐIỆN TRƯỜNG

31. Trả lời: Chọn A.

32. Trả lời: Chọn D.

33. Trả lời: Chọn C. Vì hai điện tích thử q_1, q_2 có độ lớn và dấu khác nhau.

34. Trả lời: Chọn C.

35. Trả lời: Chọn C.

36. Trả lời: Chọn D.

37. Trả lời: Chọn B.

38. Trả lời: Chọn C.

39. Trả lời: Chọn A.

40. Trả lời: Chọn D.

41. Trả lời: Chọn D.

42. Trả lời: Chọn B.

43. Trả lời: Chọn D.

44. Trả lời: Chọn C.

Cường độ điện trường $\vec{E}$ tại P không phụ thuộc vào điện tích thử đặt tại P, nhưng lực điện trường tác dụng lên điện tích thử đặt tại P thì phụ thuộc vào điện tích thử và được tính bởi công thức:

$$\vec{F}_1 = q_1\vec{E}\ ;\ \vec{F}_2 = q_2\vec{E}$$

Do đó nếu $\vec{F}$ khác $\vec{F}_1$ về hướng và độ lớn ⇒ q_1, q_2 có độ lớn và dấu khác nhau.

45. Trả lời: Chọn D.

III. ĐIỆN THẾ – HIỆU ĐIỆN THẾ

46. Trả lời: Chọn C.

47. Trả lời: Chọn D.

48. Trả lời: Chọn A.

49. Trả lời: Chọn D.

Vì $A_{MQ} \neq 0$, còn $A_{MP} = 0$.

50. Trả lời: Chọn C.

51. Trả lời: Chọn D.

52. Trả lời: Chọn B.

Công của lực điện được đo bằng độ giảm thế năng tĩnh điện. Tức là:

$$A = -\Delta W_t = W_{t\,đầu} - W_{t\,sau}$$

Nếu lực điện thực hiện công dương tức $A > 0 \Rightarrow W_{t\,đầu} > W_{t\,sau}$ ⇒ thế năng tĩnh điện giảm và ngược lại.

⇒ Câu đúng: Công của lực điện là số đo độ biến thiên thế năng tĩnh điện.

53. Trả lời: Chọn D.

54. Trả lời: Chọn D.

IV. ĐIỆN DUNG – TỤ ĐIỆN

55. Trả lời: Chọn B.

Giải: Khi khoảng cách giữa hai bản tụ điện tăng lên hai lần thì điện dung của nó giảm đi hai lần. Mặt khác, ngắt tụ điện khỏi nguồn điện thì điện tích của tụ điện không đổi. Áp dụng công thức $Q = CU$ ta rút ra U tăng lên hai lần.

56. Trả lời: Chọn D: $C_{bộ} = 3C$

57. Trả lời: Chọn C. $C_{bộ} = \dfrac{C}{3}$.

58. Trả lời: Chọn C.

59. Trả lời: Chọn D.

Giải: Dòng điện đi từ cực dương sang cực âm, nghĩa là khi đó acquy được coi như nạp điện.

60. Trả lời: Chọn B.

Giải: $C = \dfrac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi d}$. Suy ra điện dung của tụ điện tăng.

Tụ điện đã ngắt khỏi nguồn nên điện tích không đổi.

$$U = \frac{Q}{C}$$, vì C tăng nên U giảm.

61. Trả lời: Chọn C.

Giải: $C = \frac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi d}$. Suy ra điện dung của tụ điện tăng.

Tụ điện đã ngắt khỏi nguồn nên điện tích không đổi.

$$U = \frac{Q}{C}$$, vì C tăng nên U giảm.

$$W = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$, năng lượng của tụ điện giảm.

$$E = \frac{U}{d}$$, U giảm nên điện trường E cũng giảm.

62. Trả lời: Chọn B.

63. Trả lời: Chọn D.

64. Trả lời: Chọn D.

65. Trả lời: Chọn C.

Điện dung của tụ điện và điện tích của tụ được tính bởi công thức:

$$C = \frac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi d} \text{ và } Q = CU$$

Nếu dịch chuyển để các bản gần nhau thì d giảm ⇒ điện dung C của tụ tăng ⇒ Q tăng ⇒ trong khi dịch chuyển bản tụ sẽ có một số điện tử di chuyển theo chiều từ bản tụ dương qua acquy tới bản tụ âm của tụ để làm tăng Q. Do đó trong acquy sẽ có dòng êlectrôn chạy từ cực dương sang cực âm nghĩa là dòng điện theo từ cực âm sang cực dương.

66. Trả lời: Chọn B.

Công thức điện dung của tụ điện phẳng: $C = \frac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi d}$ và $U_{max} = E_{max}.d$

Trong đó E_{max} = cường độ điện trường giới hạn lớn nhất đặt vào tụ điện mà tụ chưa bị "đánh thủng". E_{max} phụ thuộc vào bản chất của chất điện môi giữa hai bản tụ. Đối với một chất điện môi xác định thì ε = const; E_{max} = const.

Do đó: $$d = \frac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi C}$$

$$U_{max} = E_{max}.\frac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi C} \sim \frac{S}{C}$$

Với S như nhau. C càng lớn thì U_{max} càng nhỏ.

67. Trả lời: Chọn B.

68. Trả lời: Chọn A.

69. Trả lời: Chọn D.

CHƯƠNG II.
DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI

A. TÓM TẮT KIẾN THỨC CƠ BẢN

I. DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI:

1. **Định nghĩa:** Dòng điện không đổi là dòng điện có chiều và cường độ không thay đổi theo thời gian.

2. **Tác dụng của dòng điện:** Dòng điện có tác dụng đặc trưng là tác dụng từ

   Tác dụng từ là dấu hiệu tổng quát nhất để nhận biết dòng điện.

   Ngoài ra tùy theo môi trường truyền mà có thể có: Tác dụng nhiệt, tác dụng hóa, tác dụng cơ,...

3. **Cường độ dòng điện:** $\boxed{I = \frac{q}{t}}$

   với I: Cường độ dòng điện, tính bằng Ampe (A)

   q: Điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của vật dẫn trong thời gian t, đơn vị Coulomb (C)

II. ĐỊNH LUẬT OHM CHO ĐOẠN MẠCH – ĐIỆN TRỞ

1. **Định luật Ohm cho đoạn mạch chỉ có điện trở R:** Cường độ dòng điện trong một đoạn mạch chứa điện trở R tỉ lệ thuận với hiệu điện thế đặt vào hai đầu đoạn mạch và tỉ lệ nghịch với điện trở R của đoạn mạch đó.

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{hay} \quad U = RI$$

2. **Điện trở – Công thức tính điện trở của vật dẫn đồng chất**

a) Điện trở: Điện trở của vật dẫn là đại lượng đặc trưng cho mức độ cản trở dòng điện của vật dẫn.Theo định luật Ohm $I = \frac{U}{R}$ ta thấy điện trở của vật càng lớn thì cường độ dòng điện qua vật càng nhỏ (khi U không đổi).

b) Công thức tính điện trở: Điện trở của một vật dẫn hình trụ đồng tính được tính theo công thức: $R = \rho\frac{l}{S}$

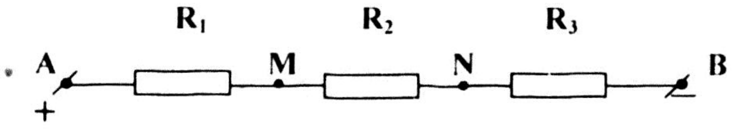
với l: chiều dài (m)

S: Tiết diện (m^2)

ρ: Điện trở suất, tùy thuộc bản chất của chất cấu tạo nên vật dẫn, tính bằng Ohm – m (Ω.m)

R: Điện trở tính bằng ohm (Ω)

3. Đoạn mạch nối tiếp



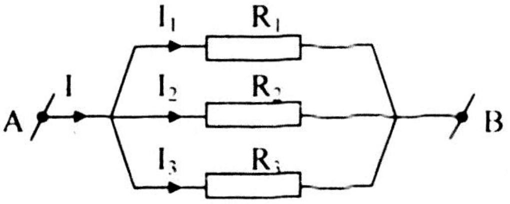
Hình 1

$R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3$

$U_{AB} = U_{AM} + U_{MN} + U_{NB}$

$$I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{U_{AM}}{R_1} = \frac{U_{MN}}{R_2} = \frac{U_{NB}}{R_3}$$

4. Đoạn mạch song song



Hình 2

Cường độ dòng điện chính bằng tổng cường độ các dòng điện rẽ:

$I = I_1 + I_2 + I_3$

Điện trở tương đương của đoạn mạch

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

hay $R_{AB} = \dfrac{1}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \dfrac{1}{R_3}}$

R_{AB}: Điện trở tương đương của đoạn mạch AB

$U'_{AB} = R_1I_1 = R_2I_2 = R_3I_3 = R_{AB}I$

Chú ý: Điện trở tương đương R_{AB} luôn luôn nhỏ hơn điện trở thành phần của mỗi nhánh.

III. NGUỒN ĐIỆN

1. Nguồn điện: Là dụng cụ biến đổi các dạng năng lượng khác (cơ năng, hóa năng, nhiệt năng, quang năng...) thành điện năng. Nguồn điện tạo ra và duy trì hiệu điện thế nhằm duy trì dòng điện trong mạch.

2. Suất điện động của nguồn điện: $\mathscr{E} = \dfrac{A}{q}$

với $\mathscr{E}$: Suất điện động của nguồn điện (V)

A: Công của nguồn điện làm chuyển dịch điện tích +q bên trong nguồn điện (J).

IV. CÔNG VÀ CÔNG SUẤT CỦA DÒNG ĐIỆN – ĐỊNH LUẬT JUN–LENXƠ

1. Công của dòng điện: Công của dòng điện chạy qua một đoạn mạch là công của lực điện làm di chuyển các điện tích tự do trong mạch và bằng tích của hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện và thời gian dòng điện chạy qua mạch đó:

$$A = UIt \qquad \text{hay} \qquad A = q.U$$

2. Công suất của dòng điện

Công suất của dòng điện chạy qua một đoạn mạch bằng tích của hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện chạy qua đoạn mạch đó.

$P = U.I$ P: Công suất, tính bằng Watt (W)

3. Định luật Jun - len-xơ: Nhiệt lượng tỏa ra trên một vật dẫn tỉ lệ thuận với điện trở của vật, với bình phương cường độ dòng điện và với thời gian dòng điện chạy qua vật.

$Q = RI^2t$ Nhiệt lượng Q tính bằng Jun (J)

hay $Q = \dfrac{U_2}{R}t$

V. CÔNG VÀ CÔNG SUẤT CỦA NGUỒN ĐIỆN VÀ CỦA MÁY THU ĐIỆN

1. Công của nguồn điện: $A = q\mathscr{E} = \mathscr{E}It$

2. Công suất của nguồn điện: $P = \mathscr{E}I$

3. Máy thu điện: Máy thu điện là dụng cụ chuyển hóa điện năng thành các dạng năng lượng khác (cơ năng, hóa năng,...) ngoài nội năng.

4. Suất phản điện của máy thu: $\mathscr{E}' = \dfrac{A'}{q}$

A': điện năng chuyển thành: cơ năng, hóa năng... (không phải nội năng)

$\mathscr{E}'$: Suất phản điện của máy thu (V)

q: điện lượng chuyển qua máy

5. Công suất của máy thu:

Công suất tổng cộng:

$$P' = \mathscr{E}'I + r'I^2 \qquad \text{hay} \qquad P' = U'I$$

Với $U' = \mathscr{E}' + r'I$: hiệu điện thế ở 2 cực máy thu.

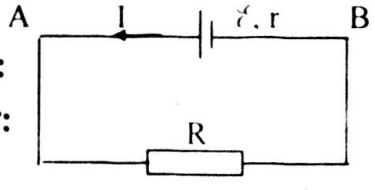
r': điện trở trong của máy thu.

Công suất hữu ích của máy thu: $P'' = \mathscr{E}'I$

VI. ĐỊNH LUẬT OHM ĐỐI VỚI TOÀN MẠCH:

1. Trường hợp mạch kín chỉ có nguồn và điện trở:

$\mathscr{E} = (R + r)I$



Hình 3

hay $$I = \frac{\mathscr{E}}{R + r}$$

với $\mathscr{E}$: suất điện động của nguồn

r: điện trở trong của nguồn

R: điện trở mạch ngoài (điện trở của đoạn mạch AB)

- Hiệu điện thế giữa 2 cực của nguồn (giữa cực + và cực –)

$$U = \mathscr{E} - rI$$

– Trường hợp mạch hở (I = 0) hoặc điện trở r = 0 thì:

$$U = \mathscr{E}$$

– Trường hợp R = 0 (đoản mạch), cường độ có giá trị cực đại:

$$I_{max} = \frac{\mathscr{E}}{r}$$

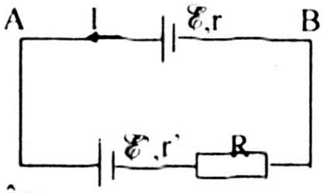
2. Trường hợp mạch kín có chứa nguồn điện, máy thu điện và điện trở:

$$I = \frac{\mathscr{E} - \mathscr{E}'}{R + r + r'}$$

với r: suất điện động và điện trở trong của nguồn

r': suất phản điện và điện trở trong của máy thu điện

R: điện trở mạch ngoài



Hình 4

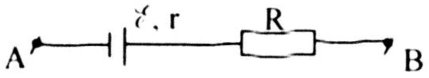
VII. ĐỊNH LUẬT OHM VỚI CÁC LOẠI ĐOẠN MẠCH

1. Đoạn mạch chứa nguồn điện:

- Dòng điện đi vào cực âm của nguồn

$$U_{AB} = (R + r)\,I - \mathscr{E}$$

hay $$I = \frac{U_{AB} + \mathscr{E}}{R + r}$$



Hình 5

- Gọi R_{AB} là điện trở tổng cộng trên đoạn mạch AB, ta có:

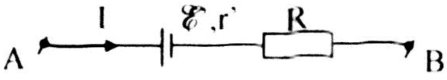
$$U_{AB} = R_{AB}.I - \mathscr{E} \text{ hay } I = \frac{U_{AB} + \mathscr{E}}{R_{AB}}$$

2. Đoạn mạch chứa máy thu:

- Dòng điện đi vào cực + của máy thu

$$U_{AB} = (R + r')I + \mathscr{E}$$

hay $$I = \frac{U_{AB} - \mathscr{E}'}{R + r'}$$



Hình 6

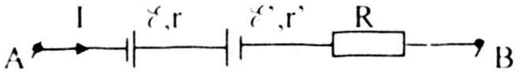
- Gọi R_{AB} là điện trở tổng cộng của đoạn mạch AB, ta có:

$$U_{AB} = R_{AB}I + \mathscr{E}' \qquad \text{hay} \qquad I = \frac{U_{AB} - \mathscr{E}'}{R_{AB}}$$

3. Đoạn mạch chứa nguồn và máy thu ghép nối tiếp:

$$I = \frac{U_{AB} + \mathscr{E} - \mathscr{E}'}{R_{AB}}$$

Với $R_{AB} = R + r + r'$



Hình 7

4. Trường hợp tổng quát:

Đoạn mạch gồm nhiều nguồn điện và máy thu ghép nối tiếp

$$I = \frac{U_{AB} + \sum(\mathscr{E}) - \sum(\mathscr{E}')}{R_{AB}}$$

$\sum(\mathscr{E})$: Tổng suất điện động của các nguồn điện

$\sum(\mathscr{E}')$: Tổng suất phản điện của các máy thu

VIII. MẮC NGUỒN ĐIỆN THÀNH BỘ

1. Mắc nối tiếp:

- Trường hợp các nguồn khác nhau ghép nối tiếp tương đương với một nguồn duy nhất có suất điện động $\mathscr{E}_b$ và điện trở trong r_b.

$$\mathscr{E}_b = \mathscr{E}_1 + \mathscr{E}_2 + \ldots + \mathscr{E}_n$$

$$r_b = r_1 + r_2 + \ldots + r_n$$

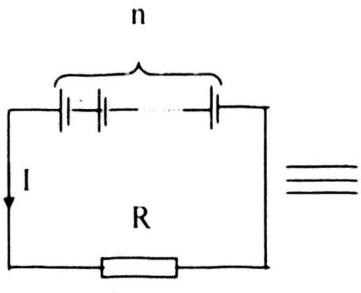
- Trường hợp có n nguồn giống nhau ($\mathscr{E}$, r) mắc nối tiếp tương đương với một nguồn duy nhất có $\mathscr{E}_b$ và r_b:

$$\mathscr{E}_b = n\mathscr{E}$$

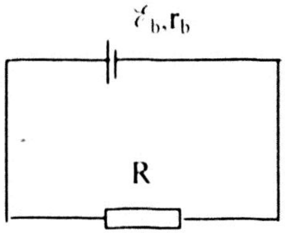
$$r_b = nr$$

$$I = \frac{\mathscr{E}_b}{R + r_b} = \frac{n\mathscr{E}}{R + nr}$$

$$I = \frac{n\mathscr{E}}{R + nr}$$



Hình 8

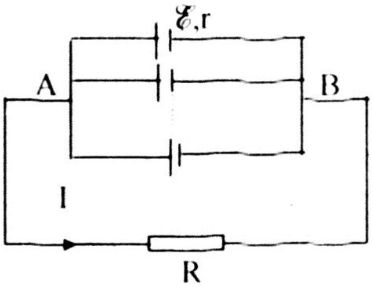


Hình 9

2. Mắc song song:

Trường hợp có n nguồn điện giống nhau ($\mathscr{E}$, r) mắc song song sẽ tương đương với một nguồn duy nhất có suất điện động $\mathscr{E}_b = \mathscr{E}$ và điện trở trong $r_b = \frac{r}{n}$

$$I = \frac{\mathscr{E}_b}{R + r_b} = \frac{\mathscr{E}}{R + \frac{r}{n}}$$

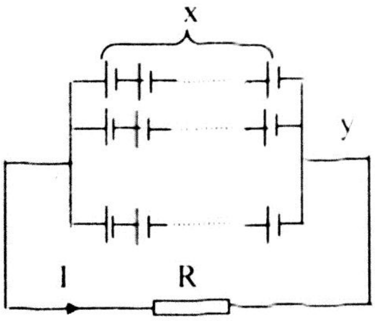


$$I = \frac{\mathscr{E}}{R + \frac{r}{n}}$$

Hình 10

3. Mắc hỗn tạp: Đem n nguồn điện *giống nhau* (ℰ, r) mắc thành y dãy, mỗi dãy có x nguồn sẽ tương đương với một nguồn duy nhất có:

- Suất điện động: $\mathscr{E}_b = x\,\mathscr{E}$
- Điện trở trong: $r_b = \frac{xr}{y}$



$$I = \frac{\mathscr{E}_b}{R + r_b} = \frac{x\,\mathscr{E}}{R + \frac{xr}{y}}$$

$$I = \frac{x\,\mathscr{E}}{R + \frac{xr}{y}} \text{ hay } I = \frac{n\,\mathscr{E}}{yR + xr}$$

Hình 11

B. BÀI TẬP TỰ LUẬN

I. DÒNG ĐIỆN – ĐỊNH LUẬT OHM CHO MỘT ĐOẠN MẠCH

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 1.1. Người ta cần một điện trở 100Ω bằng một dây nicrôm có đường kính 0,4mm. Điện trở suất nicrôm $\rho = 110.10^{-8}\Omega m$.

a) Hỏi phải dùng một đoạn dây có chiều dài bằng bao nhiêu?

b) Khi có một dòng điện 10 mA chạy qua điện trở đó, hiệu điện thế ở hai đầu của nó bằng bao nhiêu?

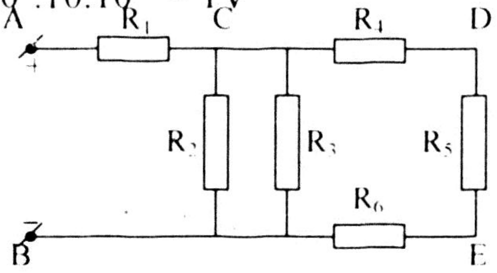
Giải: a) Điện trở của dây $R = \rho\frac{l}{s}$ Với $s = \pi\frac{d^2}{4}$

d: đường kính tiết diện

Do đó: $R = \rho\frac{l}{\pi\frac{d^2}{4}} \Rightarrow l = \frac{\pi.R.d^2}{4\rho}$

$$l = \frac{\pi.10^2.(0,4.10^{-3})^2}{4.110.10^{-8}} = 11,4m$$

b) Hiệu điện thế ở 2 đầu điện trở: $U = RI = 10^2.10.10^{-3} = 1V$



Hình 1.2

Bài 1.2. Xem mạch điện như hình vẽ.

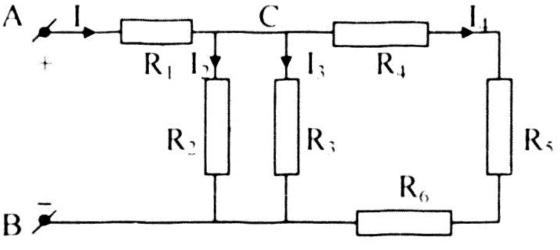
Cho biết: $R_1 = 10\Omega$

$R_2 = R_3 = 6\Omega$

$R_6 = R_4 = R_5 = 2\Omega$

Cường độ dòng điện qua R_4 bằng 2A

a) Tính R_{AB}. b) Tính U_{AB}.



Hình 1.2G

Giải: a) R_4, R_5, R_6 mắc nối tiếp nên:

$R_{456} = R_4 + R_5 + R_6 = 6\Omega$

R_2, R_3, R_{456} mắc song song nên:

$$\frac{1}{R_{23456}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{456}}$$

$$= \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} \Rightarrow R_{23456} = 2\Omega$$

Điện trở đoạn mạch AB: $R_{AB} = R_1 + R_{23456} = 12\Omega$

b) Hiệu điện thế giữa C và B:

$U_{CB} = (R_4 + R_5 + R_6)\, I_4 = 12V$

Cường độ dòng điện qua R_2, R_3: $I_2 = I_3 = \frac{U_{CB}}{R_2} = \frac{U_{CB}}{R_3} = 2A$

Cường độ dòng điện qua R_1 (cũng là cường độ dòng điện chính)

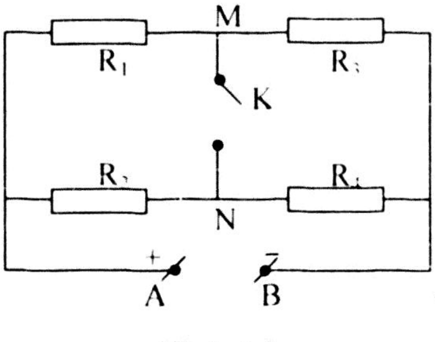
$I = I_1 = I_2 + I_3 + I_4 = 6A$

Vậy: $U_{AB} = R_{AB}I = 12.6 = 72V$

Bài 1.3. Xem sơ đồ mạch điện. Cho biết $U_{AB} = 20V$, $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 1\Omega$, $R_3 = 6\Omega$, $R_4 = 4\Omega$.

a) Khi K mở. Tính cường độ dòng điện qua các điện trở.

b) Khi K đóng. Tính cường độ dòng điện qua các điện trở và khóa K. Biết khóa K có điện trở không đáng kể



Hình 1.3

Giải: a) Khi K mở:

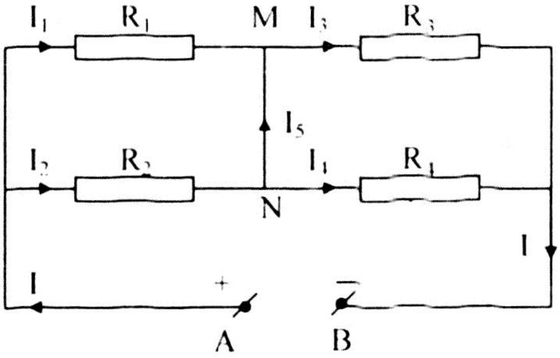
I_1 là cường độ dòng điện qua R_1 và R_3

I_2 là cường độ dòng điện qua R_2 và R_4

Ta có: $I_1 = \dfrac{U_{AB}}{R_{13}} = \dfrac{U_{AB}}{R_1 + R_3} = 2.5A$

$I_2 = \dfrac{U_{AB}}{R_{24}} = \dfrac{U_{AB}}{R_2 + R_4} = 4A$

b) Khi K đóng: Điện trở khóa K không đáng kể nên 2 điểm M, N xem như chập lại thành 1 điểm ($U_{MN} = 0$).



Hình 1.3G

R_1 và R_2 mắc song song:

$$R_{12} = \frac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2}{3}\,\Omega$$

R_3 và R_4 mắc song song:

$$R_{34} = \frac{R_3 . R_4}{R_3 + R_4} = 2.4\Omega$$

$$R_{AB} = R_{12} + R_{34} = \frac{9.2}{3} = 3\Omega$$

Cường độ dòng điện qua mạch chính: $I = \dfrac{U_{AB}}{R_{AB}} = 6.5A$

Ta có: $I = I_1 + I_2 = I_3 + I_4$

$U_{AM} = I_1.R_1 = I_2.R_2 \quad \Leftrightarrow \quad \dfrac{I_1}{R_2} = \dfrac{I_2}{R_1} = \dfrac{I_1 + I_2}{R_1 + R_2} = \dfrac{I}{R_1 + R_2} = \dfrac{6.5}{3}$

Suy ra $I_1 = \dfrac{6.5}{3}.R_2 = 2.16A$; $I_2 = \dfrac{6.5}{3}.R_1 = 4.33A$

$U_{MB} = R_3.I_3 = R_4.I_4 \quad \Rightarrow \quad \dfrac{I_3}{R_4} = \dfrac{I_4}{R_3} = \dfrac{I_3 + I_4}{R_4 + R_3} = \dfrac{I}{R_4 + R_3} = \dfrac{6.5}{3}$

Suy ra $I_3 = 0.65.R_4 = 2.6$ A ; $I_4 = 0.65.R_3 = 3.9A$

Cường độ dòng điện qua MN (khóa K)

$I_5 = I_3 - I_1$ (hay $I_2 - I_4$)

$I_5 = 0.44A$.

Bài 1.4. Một điện kế có điện trở $g = 10\ \Omega$ đo được dòng điện lớn nhất là $I_g = 1$ mA.

a) Muốn biến điện kế thành ampe kế đo được dòng điện lớn nhất $I_A = 0.1$ A thì phải mắc thêm sơn bằng bao nhiêu?

b) Muốn biến điện kế trên thành vôn kế đo được hiệu điện thế lớn nhất là 1 V thì phải mắc thêm điện trở phụ bằng bao nhiêu?

Giải: a) $R_s = \dfrac{R_g}{\dfrac{I}{I_g} - 1} = \dfrac{10}{\dfrac{1}{10^{-2}} - 1} = 0.1\ \Omega$

b) $U_V = U_g\left(1 + \frac{R_p}{R_g}\right) = I_gR_g\left(1 + \frac{R_p}{R_g}\right)$

$U_V = I_g\,(R_g + R_p)$

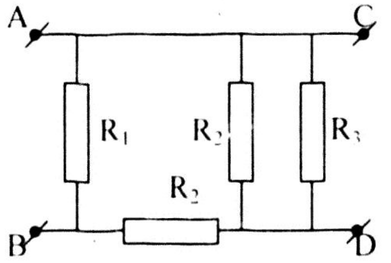
$R_p = \frac{U_V}{I_g} - R_g = \frac{1}{10^{-3}} = 990\ \Omega.$

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

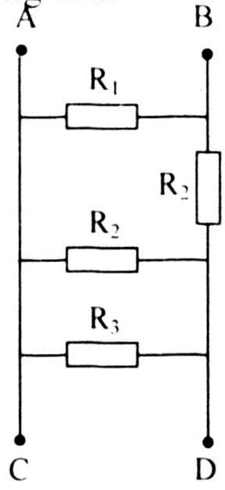
Bài 1.5. Một thỏi đồng có khối lượng 176g được kéo thành dây dẫn có tiết diện tròn, điện trở của dây dẫn bằng 32 Ω. Tính chiều dài và đường kính tiết diện của dây dẫn. Cho biết khối lượng riêng của đồng là $8{,}8.10^3$ kg/m^3 và điện trở suất của đồng bằng $1{,}6.10^{-8}$Ωm.

Bài 1.6. Trong một mạch điện có mắc một bóng đèn có điện trở 87 Ω và một ampe kế. Điện trở của ampe kế và các dây nối là 1Ω. Hiệu điện thế giữa hai đầu mạch là U = 220V. Tìm hiệu điện thế giữa hai đầu bóng đèn.

Bài 1.7. Cho mạch điện như Hình 1.7. Nếu đặt vào hai đầu A và B hiệu điện thế U_{AB} = 60V thì U_{CD} = 15 V và cường độ dòng điện qua R_3 là I_3 = 1A. Còn nếu đặt vào hai đầu C và D hiệu điện thế U_{CD} = 60 V thì U_{AB} = 10 V. Tính R_1, R_2 và R_3.



Hình 1.8



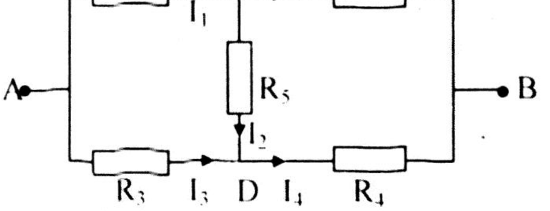
Hình 1.7

Bài 1.8. Cho mạch điện theo sơ đồ hình 1.8 Nếu nối A, B vào nguồn có U_{AB} = 120V thì U_{CD} = 30V và I_3 = 2A. Nếu nối C, D vào nguồn có U_{CD} = 120V thì U_{AB} = 20V.

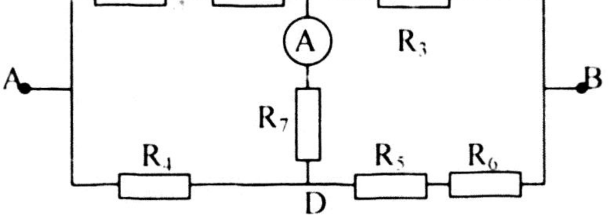
Tính R_1, R_2, R_3.

Bài 1.9. Cho mạch điện như Hình 1.9 (mạch cầu điện trở, gọi tắt là mạch cầu).

Chứng minh rằng nếu $I_5 = 0$ (mạch cầu cân bằng) ta có hệ thức: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$



Hình 1.9

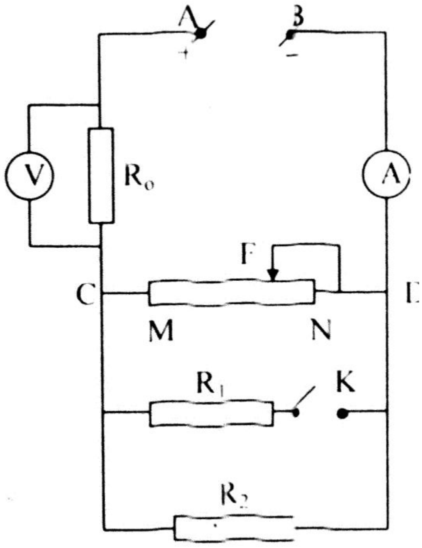


Hình 1.10

Bài 1.10. Cho mạch điện có dạng như Hình 1.10. Cho biết $R_1 = R_4 = R_6 = 1\ \Omega$; $R_2 = R_5 = 3\Omega$; $R_7 = 4\ \Omega$; $R_3 = 16\ \Omega$.

a) Tính R_{AB}.

b) Cho $U_{AB} = 4$ V. Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở và số chỉ ampe kế.



Hình 1.11

Bài 1.11. Xem mạch điện có sơ đồ như hình 1.11

U_{AB} không đổi.

MN là biến trở có con chạy F.

A: Ampe kế ; V: Vôn kế

a) Lúc đầu K mở. Di chuyển con chạy F về phía N, số chỉ của ampe kế và vôn kế thay đổi như thế nào?

b) Vị trí con chạy F cố định, đóng khóa K. Số chỉ của ampe kế và vôn kế thay đổi như thế nào?

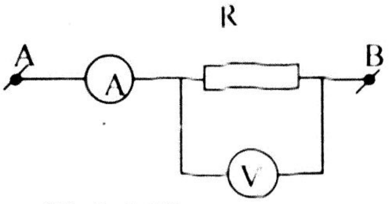
Bài 1.12. Người ta lần lượt mắc cho một điện kế các sơn s_1, s_2, s_3 và nhận thấy các sơn này chịu được 90 %, 99 % và 99,9 % cường độ dòng mạch chính. Tính s_1, s_2 và s_3 biết điện trở của điện kế là $g = 18\ \Omega$.

Bài 1.13. Để đo trị số của một điện trở R người ta mắc ampe kế và vôn kế theo một trong hai sơ đồ sau đây. Nối 2 đầu A, B vào đoạn mạch với một nguồn điện, số chỉ của vôn kế là U và số chỉ của ampe kế là I với mỗi sơ đồ.

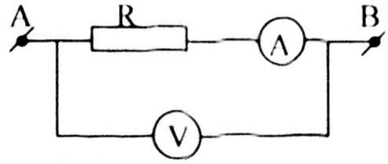
Hãy tính

a) Trị số đúng của R.

b) Trị số gần đúng của R và sai số tương đối mắc phải khi đo.



Hình 1.13a



Hình 1.13b

Bài 1.14. Một điện kế G có điện trở 2Ω, trên mặt chia độ có ghi 100 độ chia, mỗi độ chia có giá trị 0,06 mA.

a) Tính cường độ lớn nhất mà điện kế có thể đo được.

b) Mắc cho điện kế một Sơn S_1 có điện trở 0,1Ω để biến thành ampe kế A. Tính cường độ lớn nhất A có thể đo được và tính điện trở của ampe kế.

c) Muốn đo dòng điện lớn nhất 0,6A phải mắc Sơn S_2 bằng bao nhiêu vào ampe kế?

d) Muốn dùng điện kế G để đo hiệu điện thế cực đại bằng 120V phải làm thế nào?

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 1.5. Giải: Gọi l, S lần lượt là chiều dài và tiết diện của dây đồng.

Thể tích của dây đồng: $V = S.l$

m, D lần lượt là khối lượng thỏi đồng và khối lượng riêng của đồng.

Ta có: $m = VD = Sl.D \quad \Rightarrow S = \frac{m}{l.D}$

Điện trở của dây đồng:

$$R = \rho\frac{l}{S} = \rho\frac{l}{\frac{m}{l.D}} = \rho\frac{l^2D}{m}$$

Suy ra $l^2 = m.\frac{R}{\rho.D} = \frac{176.10^{-3}.32}{1.6.10^{-8}.8.8.10^3} = 40.000$

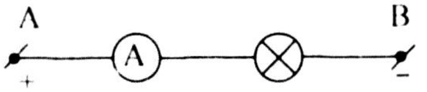
Vậy $l = 200$m

Tiết diện dây dẫn: $S = \rho\frac{l}{R} = 1.6.10^{-8}.\frac{2.10^2}{32} = 10^{-7}\ m^2$

$$S = \pi\frac{d^2}{4} \Rightarrow \quad d^2 = \frac{4S}{\pi} = 12.7.10^{-8}$$

Đường kính tiết diện: $d = 3.6.10^{-4}$m = 0,36mm

Bài 1.6. Giải: Ampe kế và bóng đèn ghép nối tiếp nên cường độ qua chúng bằng nhau:



Hình 1.6

$$I = \frac{U_{AB}}{R_Đ + R_A} = \frac{220}{87 + 1} = 2.5\ A$$

Hiệu điện thế giữa 2 đầu bóng đèn: $U_Đ = R_ĐI = 87.2.5 = 217.5V$

Bài 1.7. Giải: Theo đề bài, nếu đặt vào hai đầu A và B một hiệu điện thế $U_{AB} = 60$ V thì $U_{CD} = 15$ V và $I_3 = 1$ A.

Như vậy $R_3 = \frac{U_{CD}}{I_3} = 15\ \Omega$ và $U_{DB} = U_{AB} - U_{CD} = 45$ V

Mặt khác $R_{DB} = R_2$

$$R_{CD} = \frac{R_2R_3}{R_2 + R_3} = \frac{15R_2}{R_2 + 15}$$

Vì R_{CD} nt R_{DB} nên: $\frac{U_{CD}}{U_{DB}} = \frac{R_{CD}}{R_{DB}}$

$$\frac{15}{45}=\frac{15R_2}{(R_2+15)R_2}\rightarrow\frac{1}{3}=\frac{15}{R_2+15}\Rightarrow R_2=30\ \Omega$$

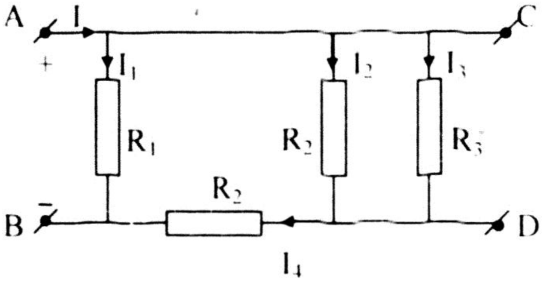
Theo đầu bài khi mắc vào hai đầu C và D một hiệu điện thế $U_{CD}=60$ V thì $U_{AB}=10$ V.

Từ đó $U_{BD}=U_{CD}-U_{AB}=50$ V

Theo hình vẽ, khi đó R_{BD} và R_1 mắc nối tiếp, do đó

$$\frac{U_{AB}}{U_{BD}}=\frac{R_1}{R_2}\rightarrow\frac{10}{50}=\frac{R_1}{30}\Rightarrow R_1=6\ \Omega.$$

Bài 1.8. Giải: Ta có:



Hình 1.8G

$$R_3=\frac{U_{CD}}{I_3}=\frac{30}{2}=15\Omega$$

$$U_{DB}=U_{AB}-U_{CD}=90V$$

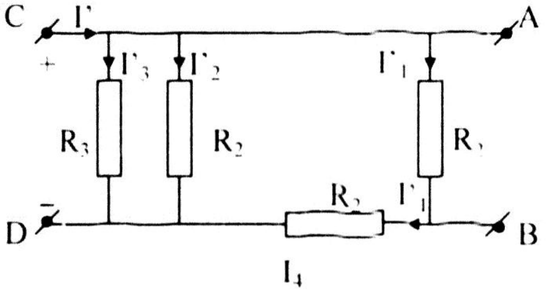
$$U_{DB}=R_2.I_4=R_2(I_2+I_3)=90V$$

$$U_{CD}=R_2I_2=30V$$

Suy ra: $\frac{U_{DB}}{U_{CD}}=\frac{R_2(I_2+I_3)}{R_2I_2}=\frac{90}{30}$

$$\Rightarrow\frac{I_2+I_3}{I_2}=3\Leftrightarrow I_2=\frac{I_3}{2}=1A$$

Vậy: $R_2=\frac{U_{CD}}{I_2}=\frac{30}{1}=30\Omega$



Hình 1.8GB

Khi nối C, D vào nguồn, ta có:

$$U_{BD}=U_{CD}-U_{AB}=100V$$

$$I_1=\frac{U_{BD}}{R_2}=\frac{100}{30}=\frac{10}{3}A$$

Dòng qua R_1 cũng là dòng qua R_2 nên:

$$R_1=\frac{U_{AB}}{I_1}=\frac{20}{\frac{10}{3}}=6\Omega$$

Vậy $R_1=6\Omega$.

Bài 1.9. Giải: Vì $I_5=0$ nên $V_C=V_D$ và $I_1=I_2$; $I_3=I_4$(1)

Theo định luật Ôm

$$V_A-V_C=V_A-V_D\rightarrow I_1R_1=I_3R_3 \quad (2)$$

$$V_C-V_B=V_D-V_B\rightarrow I_2R_2=I_4R_4 \quad (3)$$

Chia (2) cho (3) và chú ý đến (1) rút ra hệ thức: $\frac{R_1}{R_2}=\frac{R_3}{R_4}$

Ta cũng có thể kết luận ngược lại:

Nếu $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$ thì $I_5 = 0$.

Bài 1.10.Giải: a) Ta có $R_{12} = R_1 + R_2 = 4\ \Omega$

$R_{56} = R_5 + R_6 = 4\ \Omega$

Ta nhận xét rằng: $\frac{R_{12}}{R_4} = \frac{4}{1}$; $\frac{R_3}{R_{56}} = \frac{16}{4}$

Vậy ta có: $\frac{R_{12}}{R_4} = \frac{R_3}{R_{56}}$ → mạch cầu cân bằng.

Từ đó có $I_7 = 0$ và $V_C = V_D$ nghĩa là có thể chập hai điểm C và D lại khi tính điện trở và cường độ dòng điện qua các điện trở. Khi đó các điện trở trong mạch được mắc như sau:

$(R_{12}\ //\ R_4)$ nt $(R_3\ //\ R_{56})$

Do đó:

$$R_{124} = \frac{R_{12}.R_4}{R_{12} + R_4} = 0{,}8\ \Omega$$

$$R_{356} = \frac{R_3.R_{56}}{R_3 + R_{56}} = 3{,}2\ \Omega$$

và $R_{AB} = R_{124} + R_{356} = 4\ \Omega$

b) $I_{AB} = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = 1\ A \Rightarrow U_{AC} = I_{AB}.R_{124} = 0{,}8\ V$

từ đó $I_1 = I_2 = \frac{U_{AC}}{R_{12}} = 0{,}2\ A$; $I_4 = \frac{U_{AC}}{R_4} = 0{,}8\ A$

Ta lại có $U_{CB} = I_{AB}.R_{356} = 3{,}2\ V$

từ đó $I_3 = \frac{U_{CB}}{R_3} = 0{,}2\ A$; $I_5 = I_6 = \frac{U_{CB}}{R_{56}} = 0{,}8\ A$.

Vì mạch cầu cân bằng nên cũng có thể kết luận ngay là

$I_3 = I_1 = I_2 = 0{,}2\ A$

$I_5 = I_6 = I_4 = 0{,}8\ A$.

Ampe kế chỉ 0.

Bài 1.11. Giải: a) Khi di chuyển con chạy F về phía N thì điện trở của biến trở tăng nên điện trở tương đương R_{CD} của mạch CD tăng. Do đó điện trở R_{AB} của đoạn mạch AB tăng ($R_{AB} = R_0 + R_{CD}$)

Suy ra cường độ $I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}}$ qua R_0 (mạch chính) giảm

Vậy số chỉ của A và V giảm.

b) F cố định, đóng khóa K: Đoạn mạch phân nhánh CD có thêm nhánh rẽ R_1 nên điện trở tương đương R_{CD} giảm; Suy ra I tăng.

Vậy số chỉ của A và V tăng.

Bài 1.12. Giải: Theo định luật Ôm: $\frac{s}{g} = \frac{I_g}{I_s}$

suy ra $\frac{s}{g + s} = \frac{I_g}{I}$

Theo đầu bài ta có:

$$\frac{s_1}{g + s_1} = \frac{10}{100} \rightarrow s_1 = 2\ \Omega$$

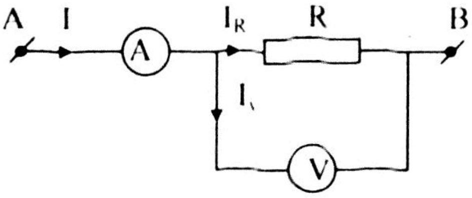
$$\frac{s_2}{g + s_2} = \frac{1}{100} \rightarrow s_2 = \frac{2}{11} \approx 0{,}18\ \Omega$$

$$\frac{s_3}{g + s_3} = \frac{1}{1000} \rightarrow s_3 = \frac{2}{111} = 0{,}018\ \Omega.$$

Bài 1.13 Giải: a) Với sơ đồ (1.13Gb)

R trị số đúng của điện trở.

R' trị số đo được của điện trở.



Hình 1.13Gb

$$R' = \frac{U}{I}$$

Với $R' = \frac{R.R_v}{R + R_v} \Rightarrow R' < R$

Ta có: $I_R = I - I_v = I - \frac{U}{R_V}$

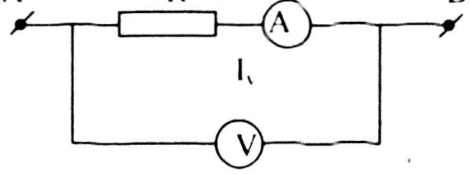
- Trị số đúng của điện trở: $R = \frac{U}{I_R} = \frac{U}{I - \frac{U}{R_v}}$

- Sai số tương đối: $\frac{\Delta R}{R} = \frac{R - R'}{R} = \frac{R - \frac{R\,.\,R_v}{R + R_v}}{R} = 1 - \frac{R_v}{R + R_v}$

hay $\frac{\Delta R}{R} = \frac{R}{R + R_v} = \frac{1}{1 + \frac{R_v}{R}}$; $\frac{\Delta R}{R} = \frac{1}{1 + \frac{R_v}{R}}$

b) Với sơ đồ (h.1.13c)

Ta có $R' = \frac{U}{I} = R + R_a$



Hình 1.13Gc

- Trị số đúng của điện trở:

$R = R' - R_a = \frac{U}{I} - R_a$

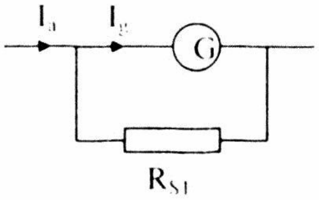
Ta có $\Delta R = R' - R = R_a$

- Sai số tương đối: $\dfrac{\Delta R}{R} = \dfrac{R_a}{R}$

Bài 1.14. Giải: a) Cường độ lớn nhất điện kế G đo được là:

$I_g = 100.0,06 = 6mA$

b) Cường độ lớn nhất qua ampe kế là I_a



Hình 1.14a

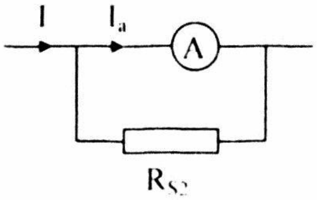
Ta có: $I_g = \dfrac{I_a}{1 + \dfrac{R_g}{Rs_1}}$

$\Rightarrow I = I_g(1 + \dfrac{R_g}{R_{s1}}) = 6\,(1 + \dfrac{2}{0,1}) = 126\text{ mA}$

Vậy $I_a = 126$ mA

Điện trở của ampe kế: $R_a = \dfrac{R_g.R_{s1}}{R_g + R_{s1}} = 0,095\Omega$

c) Gọi R_{s2} là điện trở của Sơn S_2



Hình 1.14b

Ta có: $I_a = \dfrac{I}{1 + \dfrac{R_a}{R_{s1}}}$

Với $I_a = 0,126A$, $I = 0,6A$, $R_a = 0,095\Omega$

Suy ra: $R_{s2} = \dfrac{I_a}{I - I_a}\,.\,R_a = 0,025\Omega$

d) Hiệu điện thế ở 2 cực của điện kế G (giá trị cực đại)

$U_g = I_g.\,R_g = 0,006.\,2 = 0,012V$

Muốn đo được hiệu điện thế 120V phải mắc nối tiếp với điện kế một điện trở phụ R_p sao cho:

$$\frac{U_p}{R_p} = \frac{U_g}{R_g} \quad \Rightarrow \quad R_p = \frac{U_p}{U_g}\,.\,R_g$$

Với $U_p = U - U_g = 120 - 0,012 = 119,988V$

Vậy $R_p = 19,998\Omega$.

II. CÔNG VÀ CÔNG SUẤT CỦA DÒNG ĐIỆN ĐỊNH LUẬT JUN-LEN-XƠ

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 2.1. Hai bóng đèn có công suất định mức lần lượt là 25W và 100W đều làm việc bình thường ở hiệu điện thế 110V. Hỏi:

a) Cường độ dòng điện qua bóng đèn nào lớn hơn?

b) Điện trở của bóng đèn nào lớn hơn.

c) Có thể mắc nối tiếp hai bóng đèn này vào mạng điện có hiệu điện thế 220V được không? Đèn nào sẽ dễ hỏng.

Giải: a) Cường độ qua bóng 25W:

$$I_1 = \frac{P_1}{U} = \frac{25}{110}A = 0{,}23A$$

Cường độ qua bóng 100W:

$$I_2 = \frac{P_2}{U} = \frac{100}{110} = \frac{10}{11} = 0{,}90A$$

Vậy $I_2 > I_1$.

b) Điện trở bóng đèn 25W: $R_1 = \dfrac{U}{I_1} = \dfrac{110}{\dfrac{25}{110}} = \dfrac{110^2}{25} = 484\Omega$

Điện trở bóng đèn 100W: $R_2 = \dfrac{U}{I_2} = \dfrac{110}{\dfrac{10}{11}} = 121\Omega$

c) Khi mắc nối tiếp 2 bóng đèn vào hiệu điện thế 220V thì cường độ dòng điện qua các bóng đèn là:

$$I' = \frac{U'}{R_1 + R_2} = \frac{220}{605} = 0{,}36A$$

Bóng đèn 25W sáng bình thường khi cường độ dòng điện qua bóng đèn bằng 0,23A. Do đó khi mắc nối tiếp vào mạng điện 220V bóng 25W sẽ dễ cháy vì $I' > I$. Nếu bóng 25W chưa cháy thì bóng 100W sẽ sáng yếu vì $I' < I_2$.

Bài 2.2. Một bếp điện đun hai lít nước ở nhiệt độ $t_1 = 20^oC$. Muốn đun sôi lượng nước đó trong 20 phút thì bếp điện phải có công suất là bao nhiêu? Biết nhiệt dung riêng của nước $c = 4{,}19 \dfrac{kJ}{kg.\ độ}$ và hiệu suất của bếp điện $H = 70\ \%$.

Giải: Nhiệt lượng cần thiết để đun sôi nước, tức là để nâng nhiệt độ của nước từ $T_1 = 20^oC$ đến $T_2 = 100^oC$ là

$$Q = cm(T_2 - T_1) \qquad (1)$$

trong đó m là khối lượng nước cần đun; ở đây m = 2 kg (ứng với 2 lít nước). Mặt khác, nhiệt lượng hữu ích để đun nước do bếp điện cung cấp trong thời gian t là

$$Q = HPt \qquad (2)$$

trong đó P là công suất của bếp điện.

Từ (1) và (2) ta suy ra

$$P = \frac{cm(T_2 - T_1)}{Ht} = \frac{4,19.10^3.2(100 - 20)}{\frac{70}{100}.20.60} \approx 800\ \text{W}.$$

Bài 2.3. Một bếp điện gồm 2 dây điện trở R_1, R_2. Nếu dùng riêng R_1 thì thời gian đun sôi ấm nước là $t_1 = 15$ phút. Nếu dùng riêng R_2 thì thời gian đun sôi nước $t_2 = 30$ phút. Tính thời gian đun sôi ấm nước khi:

a) R_1 và R_2 nối tiếp. b) R_1 mắc song song với R_2.

Giải: Q là nhiệt lượng cần làm sôi ấm nước

Ta có $Q_1 = R_1.I_1^2.t_1 = R_1\dfrac{U^2}{R_1^2}t_1 = \dfrac{U^2}{R_1}.t_1$

$Q_2 = R_2.I_2^2.t_2 = R_2\dfrac{U^2}{R_2^2}t_2 = \dfrac{U^2}{R_2}.t_2$

Vì $Q_1 = Q_2 \Rightarrow \dfrac{t_1}{t_2} = \dfrac{R_1}{R_2} \Rightarrow \dfrac{15}{30} = \dfrac{R_1}{R_2} \Rightarrow R_2 = 2R_1$

a) R_1 và R_2 mắc nối tiếp

Ta có $Q_3 = (R_1 + R_2).I_3^2.t = \dfrac{U_2}{R_1 + R_2}.t_3 = \dfrac{U_2}{3R_1}.t_3$

Vì $Q_1 = Q_3 \Rightarrow \dfrac{t_3}{t_1} = \dfrac{R_1 + R_2}{R_1} = \dfrac{3R_1}{R_1} = 3$

Suy ra $t_3 = 3\,t_1 = 45$ phút.

b) R_1 và R_2 mắc song song

Điện trở tương đương $R_{12} = \dfrac{R_1.R_2}{R_1 + R_2} = \dfrac{2}{3}R_1$

Ta có $Q_4 = R_{12}.I_4^2.t_4 = \dfrac{U^2}{R_{12}}.t_4 = \dfrac{U^2}{\frac{2}{3}R_1}.t_4$

Vì $Q_4 = Q_1 \Rightarrow \dfrac{t_4}{t_1} = \dfrac{R_{12}}{R_1} = \dfrac{\frac{2}{3}R_1}{R_1} = \dfrac{2}{3}$

Suy ra $t_4 = \frac{2}{3} t_1 = 10$ phút.

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 2.4. Để bóng đèn loại 120V – 60W sáng bình thường ở mạng điện có hiệu điện thế là 220V người ta mắc nối tiếp với nó một điện trở phụ R. Tìm điện trở phụ đó.

Bài 2.5. Trên một dây dẫn điện bằng đồng tiết diện thẳng $s_1 = 2mm^2$ mắc nối tiếp với một dây chì tiết diện thẳng $s_2 = 0,2mm^2$. Khi đoản mạch cường độ dòng điện đạt tới $I_0 = 30A$.

a) Hỏi sau khi có dòng điện đoản mạch I_0 được bao lâu thì dây chì đứt.

b) Lúc dây chì đứt thì nhiệt độ của dây dẫn bằng đồng tăng lên bao nhiêu độ.

Cho biết: Nhiệt dung riêng của đồng $c_1 = 380$ J/kg độ, của chì $c_2 = 120$ J/kg độ, điện trở suất của đồng $\rho_1 = 0,017.10^{-6}$ Ωm, của chì $\rho_2 = 0,219.10^{-6}$ Ωm, nhiệt độ nóng chảy của chì bằng 327°C, khối lượng riêng của đồng 8900 kg/m^3 và của chì 11340 kg/m^3. Nhiệt độ dây dẫn trước khi đoản mạch là 20°C.

Bài 2.6. Một bếp điện có hai dây điện trở $R_1 = 10$ Ω ; $R_2 = 20$ Ω được dùng để đun sôi một ấm nước. Nếu chỉ dùng dây thứ nhất thì thời gian cần thiết để đun sôi nước là $t_1 = 10$ phút. Tính thời gian cần thiết để đun sôi lượng nước trên trong ba trường hợp sau:

- Chỉ dùng dây thứ hai.
- Dùng đồng thời hai dây mắc nối tiếp.
- Dùng đồng thời hai dây mắc song song.

Bài 2.7. Người ta dùng một ấm nhôm có khối lượng $m_1 = 0,4$ kg để đun một lượng nước $m_2 = 2$ kg thì sau 20 phút nước sẽ sôi. Bếp điện có hiệu suất H = 60 % và được dùng ở mạng điện có hiệu điện thế U = 220 V. Nhiệt độ ban đầu của nước là $t_1 = 20$°C, nhiệt dung riêng của nhôm là $c_1 = 920 \frac{kJ}{kg.\ độ}$. Hãy tính nhiệt lượng cần cung cấp cho ấm nước và dòng điện chạy qua bếp điện.

Bài 2.8. Một acquy có suất điện động $\mathscr{E} = 2V$, điện trở trong r = 1 Ω và có dung lượng Q = 240 Ah.

a) Tính điện năng của acquy.

b) Nối hai cực của acquy với một điện trở R = 9 Ω thì công suất tiêu thụ của điện trở đó là bao nhiêu? Tính hiệu suất của acquy.

Bài 2.9. Một bàn là có hiệu điện thế và công suất định mức 220 V – 1,1 kW.

a) Tính điện trở R_0 và cường độ định mức I_0 của bàn là.

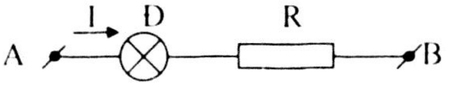
b) Để hạ bớt nhiệt độ của bàn là mà vẫn dùng mạng điện có hiệu điện thế 220 V, người ta mắc nối tiếp với nó một điện trở R = 9 Ω. Khi đó bàn là chỉ còn tiêu thụ một công suất P' = 800 W. Tính cường độ dòng điện I', hiệu điện thế U' và điện trở R' của bàn là.

Bài 2.10. Dùng một nguồn điện để thắp sáng lần lượt hai bóng đèn có điện trở $R_1 = 2\ \Omega$ và $R_2 = 8\ \Omega$, khi đó công suất tiêu thụ của hai bóng đèn như nhau. Tìm điện trở trong của nguồn điện.

Bài 2.11. Hãy xác định suất điện động $\mathscr{E}$ và điện trở trong r của một acquy, biết rằng nếu nó phát dòng điện $I_1 = 15$ A thì công suất mạch ngoài $P_1 = 136$ W, còn nếu nó phát dòng điện $I_2 = 6$A thì công suất mạch ngoài $P_2 = 64,8$ W.

Bài 2.12. Hai nguồn có suất điện động như nhau $\mathscr{E}_1 = \mathscr{E}_2 = \mathscr{E}$, các điện trở trong r_1 và r_2 khác nhau. Biết công suất lớn nhất mà mỗi nguồn có thể cung cấp được cho mạch ngoài $P_1 = 20$ W và $P_2 = 30$ W. Tính công suất lớn nhất mà cả hai nguồn đó có thể cung cấp cho mạch ngoài khi chúng mắc nối tiếp và khi chúng mắc song song.

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG



Hình 2.4

Bài 2.4. Giải: Điện trở của bóng đèn:

$$R_Đ = \frac{U_Đ^2}{P} = \frac{120^2}{60} = 240\ \Omega$$

Để đèn sáng bình thường khi mắc vào mạng điện 220V ta phải mắc nối tiếp với đèn một điện trở R sao cho:

$$I = \frac{U_Đ}{R_Đ} = \frac{U_R}{R} \quad \text{với} \quad U_R = U - U_Đ = 220 - 120 = 100V$$

Suy ra: $$R = \frac{U_R}{U_Đ} R_Đ = \frac{100}{120}.240 = 200\ \Omega.$$

Bài 2.5. Giải: a) Gọi R_2 là điện trở của dây chì

Nhiệt lượng tỏa ra trên dây chì trong thời gian có dòng đoản mạch I_0.

$$Q_2 = R_2.I_0^2.t$$

Nhiệt lượng Q_2 làm cho dây chì tăng nhiệt độ từ $t_1 = 20^oC$ lên $t_2 = 327^oC$.

$$Q_2 = m_2c_2\,(t_2 - t_1)$$

Suy ra $R_2.I_0^2.t = m_2c_2\,(t_2 - t_1)$

Với $m_2 = V_2.D_2 = s_2.l_2.D_2$

$$R_2 = \rho_2.\frac{l_2}{s_2}$$

Do đó $t = m_2.c_2\dfrac{(t_2 - t_1)}{R_2.I_0^2} = \dfrac{s_2^2.D_2.c_2(t_2 - t_1)}{\rho_2.I_0^2}$

Thay $s_2 = 0{,}2.10^{-6}\ m^2$, $D_2 = 11340\ kg/m^3$, $c_2 = 120$ J/kg độ

$\rho_2 = 0{,}219.10^{-6}\ \Omega m$, $I_0 = 30A$, $t_1 = 20^oC$, $t_2 = 327^oC$

Ta có: $t = 0{,}085 \approx 0{,}09s$.

b) Nhiệt lượng tỏa ra trên dây đồng trong thời gian có đoản mạch:

$$Q_1 = R_1.I_0^2.t = m_1.c_1(t_2 - t_1)$$

hay $\rho_1\dfrac{l_1}{s_1}.I_0^2.t = s_1.l_1.D_1.c_1(t_2 - t_1)$

Suy ra $t_2 = \dfrac{\rho_1.I_0^2.t}{s_1^2.D^1.c_1} + t_1 = \dfrac{0{,}017.10^{-6}.30^2.0{,}09}{(2.10^{-6})^2.8900.380} + 20 = 20{,}1^oC$

Vậy: Nhiệt độ của dây đồng lúc dây chì đứt là $20{,}1^oC$ hay độ tăng nhiệt độ của dây đồng là $\Delta t = t_2 - t_1 = 0{,}1^oC$.

Bài 2.6. Giải: $\dfrac{t_1}{R_1} = \dfrac{t_2}{R_2} = \dfrac{t_3}{R_1 + R_2} = \dfrac{t_4}{\dfrac{R_1R_2}{R_1 + R_2}}$

suy ra $t_2 = 20$ phút, $t_3 = 30$ phút, $t_4 = 6$ phút 40 giây.

Bài 2.7. Giải: $Q = (c_1m_1 + c_2m_2)(100 - T_1) = 698240$ J

Nhiệt lượng này chỉ bằng H = 60 % nhiệt lượng do bếp điện tỏa ra, do đó:

$$Q = \frac{60}{100}UIt$$

Suy ra $I = \dfrac{Q}{0{,}6Ut} = 4{,}4$ A.

Bài 2.8. Giải: a) Điện năng của acquy:

$$A = Q\mathscr{E} = (240.3600).2 = 1{,}728.10^6\ J.$$

b) Công suất tiêu thụ ở mạch ngoài:

$$P = I^2R = \left(\frac{\mathscr{E}}{R + r}\right)^2 R = \left(\frac{2}{9 + 1}\right)^2 9 = 0{,}36\ W$$

Hiệu suất: $H = \dfrac{R}{R + r} = \dfrac{9}{9 + 1} = 90\ \%$.

Bài 2.9. Giải: a) Ta có : $I_0 = \dfrac{P_0}{U_0} = \dfrac{1100}{220} = 5$ A

$$R_0 = \frac{U_0^2}{P_0} = 44\ \Omega$$

b) Ta có : $I' = \frac{P'}{U'}$ (1)

Mặt khác dòng điện qua bàn là cũng là dòng điện qua điện trở R, vì vậy

$$I' = \frac{U_R}{R} = \frac{U_0 - U'}{R} \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra

$$U'^2 - U_0U' + P'R = 0$$

Thay số và giải ra ta được hai trị số của U' lần lượt bằng 180 V và 40 V. Nghiệm U' = 40 V không chấp nhận được, vì nếu thế, công suất tiêu thụ khi đó của bàn là $\left(P' = \frac{U'^2}{R'}\right)$ không thể bằng 80 W được.

Vậy ta có U' = 180 V.

Từ đó $I' = \frac{P'}{U'} = \frac{800}{180} = 4,4$ A và $R' = \frac{U'^2}{P'} = 40,5\ \Omega$

Nhận xét rằng $R' < R_0$, vì điện trở giảm theo nhiệt độ.

Bài 2.10. Giải: Công suất mạch ngoài trong hai trường hợp đó:

$$P_1 = \left(\frac{\mathscr{E}}{R_1 + r}\right)^2 R_1 \ ; \qquad P_2 = \left(\frac{\mathscr{E}}{R_2 + r}\right)^2 R_2$$

Theo giả thiết $P_1 = P_2$ nên $r = \sqrt{R_1R_2} = 4\ \Omega$.

Bài 2.11 Giải: Từ các công thức $P_1 = I_1(\mathscr{E} - I_1r)$ và $P_2 = I_2(\mathscr{E} - I_2r)$ suy ra:

$$r = \frac{P_2I_1 - P_1I_2}{I_1I_2(I_1 - I_2)} = 0,2\ \Omega$$

$$\mathscr{E} = \frac{P_2I_1^2 - P_1I_2^2}{I_1I_2(I_1 - I_2)} = 12\ \text{V}.$$

Bài 2.12. Giải: Ta có $P = I^2R = \left(\frac{\mathscr{E}}{R + r}\right)^2 R$ công suất cực đại khi R = r

Suy ra $P_{max} = \frac{\mathscr{E}^2}{4r}$

ở đây $P_1 = \frac{\mathscr{E}^2}{4r_1} \rightarrow r_1 = \frac{\mathscr{E}^2}{4P_1}$

$P_2 = \frac{\mathscr{E}^2}{4r_2} \rightarrow r_2 = \frac{\mathscr{E}^2}{4P_2}$

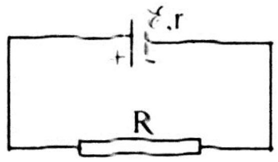
Khi hai nguồn mắc nối tiếp: $P_{nt} = \dfrac{(2\mathscr{E})^2}{4(r_1 + r_2)} = 48$ W

Khi hai nguồn mắc song song: $P_{ss} = \dfrac{\mathscr{E}^2}{4\dfrac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}} = 50$ W.

III. ĐỊNH LUẬT OHM CHO TOÀN MẠCH

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 3.1. Một nguồn điện có điện trở trong 0,1Ω được mắc với một điện trở 4,8Ω. Khi đó hiệu điện thế ở hai cực của nguồn là 120V. Tính cường độ dòng điện trong mạch và suất điện động của nguồn điện.

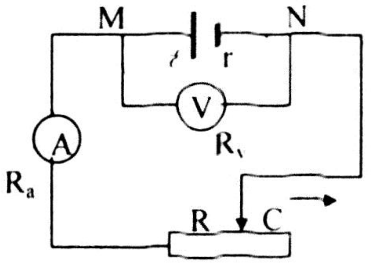


Hình 3.1

Giải: Ta có: $U = \mathscr{E} - rI = RI$

Suy ra: $I = \dfrac{U}{R} = \dfrac{120}{4,8} = 25A$

và $\mathscr{E} = U + rI = 122,5V$



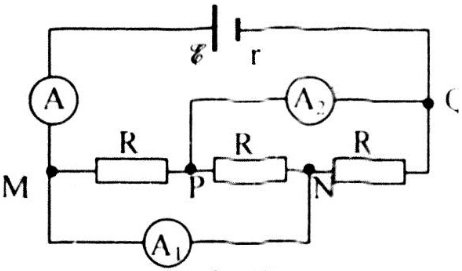
Hình 3.2

Bài 3.2. Trong sơ đồ điện vẽ ở hình 3.2 các máy đo có điện trở xác định, nguồn điện có suất điện động và điện trở trong không đổi.

Khi dịch chuyển con chạy C của biến trở theo chiều mũi tên thì số chỉ của mỗi máy đo tăng hay giảm? Vì sao?

Giải: Xem hình 3.2, khi cho C dịch chuyển theo chiều mũi tên thì R tăng, điện trở toàn mạch tăng, theo định luật Ôm cho mạch kín cường độ dòng điện I_0 qua nguồn giảm, do đó độ giảm điện thế mạch trong $U_t = I_0 r$ giảm, suy ra độ giảm điện thế mạch ngoài $U_n = \mathscr{E} - U_t$ tăng. Vậy số chỉ của vôn kế mắc với hai cực của nguồn tăng hơn trước.

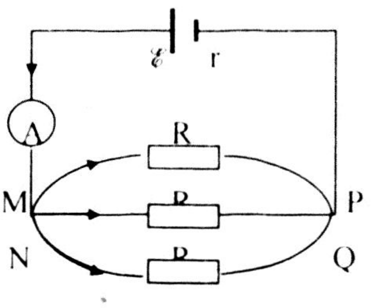
Tại nút M ta có: $I_A = I_0 - I_v$ với I_A, I_V là cường độ dòng điện qua ampe kế và vôn kế. Vì i_0 giảm và $I_v = \dfrac{U_v}{R_v} = \dfrac{U_n}{R_v}$ tăng (do U_n tăng) nên I_A giảm. Vậy số chỉ của ampe kế nhỏ hơn trước.



Hình3.3

Bài 3.3. Cho mạch điện kín vẽ ở hình 3.3. Nguồn điện có suất điện động $\mathscr{E} = 12V$ và điện trở trong $r = 1\Omega$. Các điện trở đều bằng $R = 12\Omega$. Bỏ qua điện trở của ampe kế và dây nối. Xác định số chỉ của mỗi ampe kế?

Giải: Xem hình 3.3G



Hình 3.3G

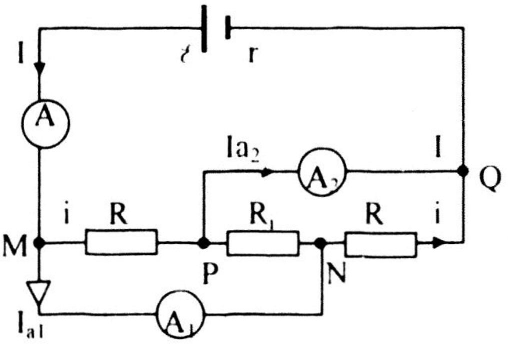
Vì điện trở của các ampe kế và dây nối không đáng kể nên ta có: $V_M = V_N$ và $V_P = V_Q$; ba điện trở R được mắc song song ở mạch ngoài của nguồn (H.3.3G), trong hình này ta không vẽ các ampe kế A_1 và A_2).

Ampe kế A chỉ cường độ dòng điện trong mạch chính:

$$I = \frac{\mathscr{E}}{\frac{R}{3} + r} = \frac{12}{\frac{12}{3} + 1} = 2,4 \text{ A}.$$

Cường độ dòng điện rẽ trong mỗi điện trở R là:

$$i = \frac{I}{3} = \frac{2,4}{3} = 0,8 \text{ A}.$$



Hình3.3Gb

Để xác định số chỉ của A_2 và A_3 ta hãy vẽ lại hình 3.3G và xác định chiều của dòng điện qua mỗi điện trở R và ampe kế (H.3.3Gb).

Tại nút M ta có: $I = i + I_{o1} \rightarrow I_{o1} = I - i$

$I_{o1} = 2,4 - 0,8 = 1,6A$

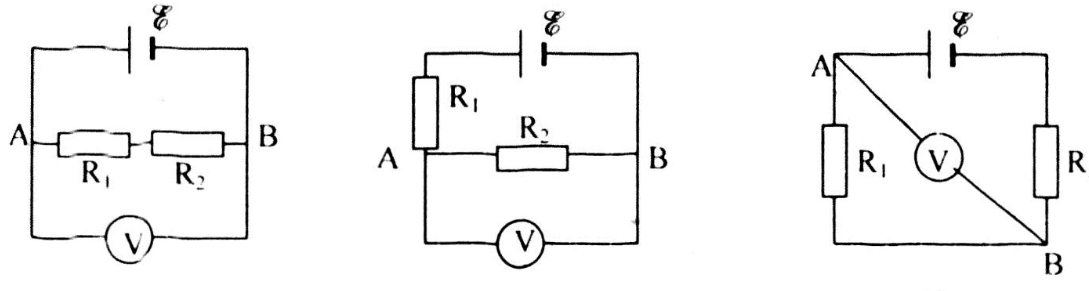
Tại nút Q ta có: $I_{o2} + i = I$

$I_{o2} = I - i = 1,6A.$

Vậy các ampe kế A_1, A_2 đều chỉ 1,6A.

B. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 3.4. Hai điện trở $R_1 = R_2 = 1200\ \Omega$ được mắc nối tiếp vào một nguồn điện có suất điện động $\mathscr{E} = 180$ V, điện trở trong không đáng kể. Xác định số chỉ của vôn kế mắc vào mạch điện đó theo các sơ đồ như Hình 3.4a, b, c, biết điện trở của vôn kế Rv = 1200 Ω.



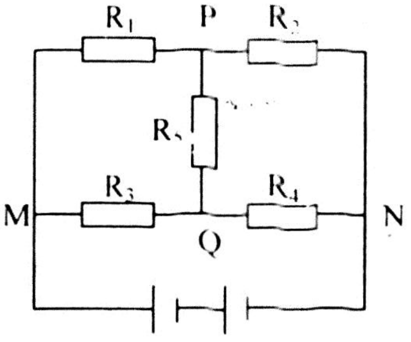
a) b) a)

Hình 3.4

Bài 3.5. Cho mạch điện vẽ ở hình 3.5. Bộ nguồn gồm hai acquy mắc nối tiếp, điện trở trong không đáng kể, suất điện động của mỗi acquy là $\mathscr{E} = 2,1V$; $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 1,3\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $R_4 = 1,6\Omega$; $R_5 = 7\Omega$.

a) Xác định cường độ và chiều của các dòng điện chạy qua mỗi điện trở.

b) Tính điện trở tương đương của mạch ngoài.



Hình 3.5

Bài 3.6. Cho mạch điện như hình vẽ. Cho biết $\mathscr{E} = 38,8V$, $r = 2\Omega$

$R_1 = R_2 = R_4 = 20\Omega$, $R_3 = 60\Omega$

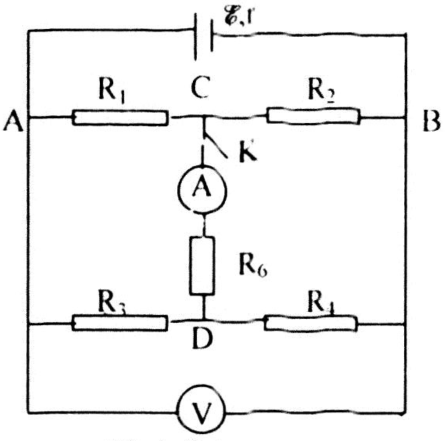
Vôn kế V có điện trở rất lớn.

Ampe kế A có cực + nối với điểm C.

Điện trở của A và khóa K không đáng kể.

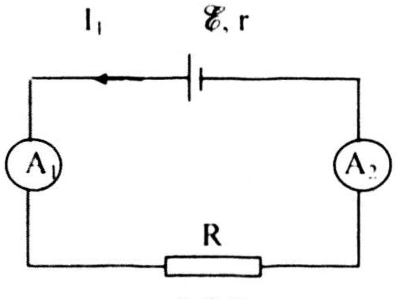
a) Khóa K mở. Tính cường độ dòng điện qua các điện trở và số chỉ của vôn kế.

b) Khóa K đóng. Ampe kế chỉ 0,2A. Tính R_5 và cường độ dòng điện qua các điện trở. Cho biết rằng vôn kế chỉ 36V.

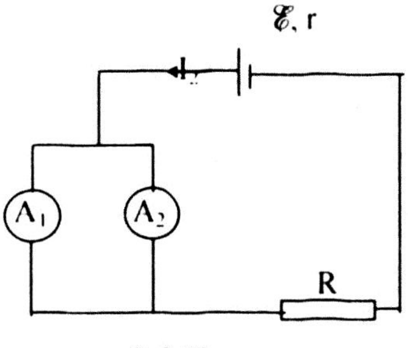


Hình 3.6

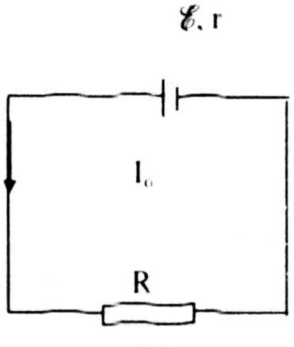
Bài 3.7. Có nguồn điện ($\mathscr{E}$, r), 2 ampe kế A_1, A_2 và điện trở R được mắc lần lượt theo các sơ đồ sau:



h.3.7a



h.3.7b



h.3.7c

- Với sơ đồ (h.3.7a): Cường độ qua R bằng 4A.
- Với sơ đồ (h.3.7b): Cường độ qua A_1 và A_2 lần lượt $I'_1 = 2A$, $I'_2 = 3A$.

Hãy tính dòng điện I_0 qua R trong sơ đồ (h.3.7c)

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 3.4. Giải:

Sơ đồ a. Vì nguồn điện có điện trở trong r = 0 nên $U_{AB} = \mathscr{E}$. Vôn kế mắc vào hai điểm A và B, vậy số chỉ của vôn kế là $U_{AB} = 180$ V.

Sơ đồ b. Điện trở đoạn mạch AB là:

$$R_{AB} = \frac{R_2R_V}{R_2 + R_V} = 600\ \Omega$$

Cường độ dòng điện toàn mạch: $I = \dfrac{\mathscr{E}}{R_1 + R_{AB}} = 0,1\ A$

Do đó: $U_{AB} = IR_{AB} = 60\ V$

Vôn kế chỉ 60 V.

Sơ đồ c. Vì $R_1 = R_2$ nên trong sơ đồ c số chỉ của vôn kế giống như trong sơ đồ b, nghĩa là vôn kế chỉ $U_{AB} = 60$ V.

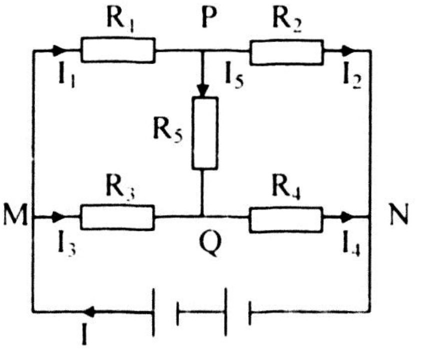
Bài 3.5. Giải:

a) Giả sử chiều dòng điện chạy qua các điện trở được chỉ bằng các mũi tên như trên hình 3.5G.

Vì điện trở trong của bộ acquy không đáng kể ta có:

$$U_{MN} = U = 2\mathscr{E}$$

Để tính cường độ dòng điện chạy qua mỗi điện trở của mạch ngoài ta thiết lập hệ phương trình sau đây:



Hình 3.5G

Đoạn mạch MPN cho: $R_1I_1 + R_2I_2 = 2\mathscr{E}$

Đoạn mạch MQN cho: $R_3I_3 + R_4I_4 = 2\mathscr{E}$

Đoạn mạch MPQN cho: $R_1I_1 + R_5I_5 + R_4I_4 = 2\mathscr{E}$

Tại nút P ta có: $I_1 = I_2 + I_5$

Tại nút Q ta có: $I_4 = I_3 + I_5$

Thay bằng số ta được hệ phương trình:

$$I_1 + 1,3I_2 = 4,2 \quad (1)$$
$$2I_3 + 1,6I_4 = 4,2 \quad (2)$$
$$I_1 + 7I_5 + 1,6I_4 = 4,2 \quad (3)$$
$$I_1 = I_2 + I_5 \quad (4)$$
$$I_4 = I_3 + I_5 \quad (5)$$

Trong đó các ẩn số là I_1, I_2, I_3, I_4, I_5.

Giải hệ phương trình này ta được: $I_1 = 1,86A$; $I_2 = 1,8A$; $I_3 = 1,14A$; $I_4 = 1,2A$; $I_5 = 0,06A$.

Các cường độ dòng điện đều có giá trị dương, vậy chiều của chúng được giả định ở hình 3.5G là đúng.

b) Điện trở tương đương của mạch ngoài được tính bằng công thức:

$$R_n = \frac{U_n}{I} = \frac{2\mathscr{E}}{I_1 + I_3} = \frac{2.2,1}{1,86 + 1,14} = \frac{4,2}{3} = 1,4\Omega.$$

Bài 3.6. Giải: a) Khóa K mở

Điện trở mạch ngoài:

$$R_{AB} = \frac{R_{12}.R_{34}}{R_{12} + R_{34}} = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{80}{3}\Omega$$

Cường độ mạch chính: $I = \dfrac{\mathscr{E}}{R_{AB} + r} = 1,35A$

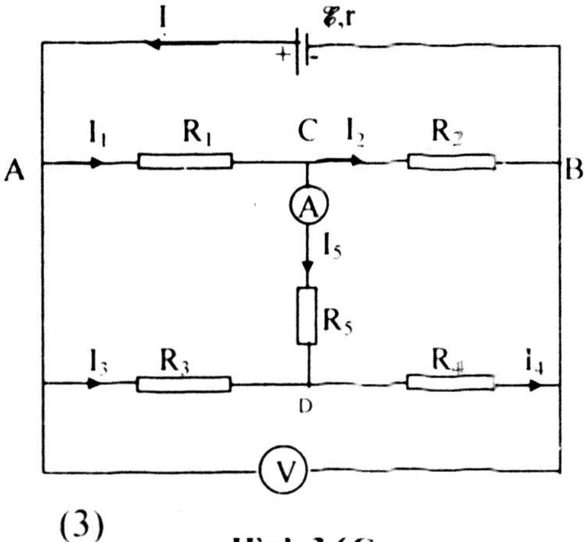
Số chỉ của vôn kế: $U_{AB} = \mathscr{E} - rI = 36,1V$

Cường độ dòng điện dòng điện qua R_1 và R_2:

$$I_{12} = \frac{U_{AB}}{R_1 + R_2} = \frac{36,1}{40} = 0,9A$$

Cường độ dòng điện qua R_3 và R_4:

$$I_{34} = \frac{U_{AB}}{R_3 + R_4} = \frac{36,1}{80} = 0,45A$$



Hình 3.6G

b) K đóng. $I_5 = 0,2A$

Ta có: $I_1 - I_2 = I_4 - I_3 = I_5$

hay $I_1 - I_2 = I_4 - I_3 = 0,2$ (1)

$I_1 + I_3 = I_2 + I_4 = I$

Với $I = \dfrac{E - U_{AB}}{r} = \dfrac{38,8 - 36}{2} = 1,4$

Do đó $I_1 + I_3 = 1,4$ (2)

Ta có $U_{AB} = U_{AC} + U_{CD} + U_{DB}$

$\Rightarrow$ $36 = R_1I_1 + R_5I_5 + R_4I_4$

$\Rightarrow$ $36 = 20I_1 + 0,2R_5 + 20(I_3 + 0,2)$ (3)

và $U_{AB} = U_{AD} + U_{DC} + U_{CB}$

$\Rightarrow$ $36 = R_3I_3 - R_5I_5 + R_2I_2$

$\Rightarrow$ $36 = 60I_3 - 0,2R_5 + 20(I_1 - 0,2)$ (4)

Giải hệ phương trình (2) (3) (4) ta có I_3

thay $I_3 = 1,4 - I_1$ vào (3) ta có:

$36 = 20I_1 + 0,2R_5 + 20(1,6 - I_2)$

$\Rightarrow$ $R_5 = 20\Omega$

Thay $R_5 = 20\Omega$ và $I_3 = 1,4 - I_1$ vào (4) ta có:

$36 = 60(1,4 - I_1) - 4 + 20(I_1 - 0,2)$

Suy ra $I_1 = 1,2A$

$I_3 = 1,4 - I_1 = 0,2A$

Từ (1) $\Rightarrow I_2 = I_1 - 0,2 = 1A$

$I_4 = I_3 + 0,2 = 0,4A$

Bài 3.7. Giải: Với sơ đồ (I) ta có: $I_1 = \dfrac{\mathscr{E}}{R + r + R_1 + R_2}$ (1)

Với sơ đồ (II) ta có: $I_2 = \dfrac{\mathscr{E}}{R + r + \dfrac{R_1.R_2}{R_1 + R_2}} = I_1 + I_2 = 5$ (2)

Với sơ đồ (III) ta có: $I_0 = \dfrac{\mathscr{E}}{R + r}$

Ta cũng có $R_1I'_1 = R_2I'_2 \Rightarrow 2R_1 = 3R_2$

$\Rightarrow R_1 = 1,5R_2$

Ta có thể viết: (1) $\Rightarrow \dfrac{\dfrac{\varepsilon}{R+r}}{1 + \dfrac{R_1 + R_2}{R+r}} = \dfrac{I_0}{1 + 2,5\dfrac{R_2}{R+r}} = 4$ (3)

(2) $\Rightarrow \dfrac{\dfrac{\varepsilon}{R+r}}{1 + \dfrac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2}\dfrac{1}{R+r}} = \dfrac{I_0}{1 + \dfrac{3}{5}\dfrac{R_2}{R+r}} = 5$ (4)

Đặt $\dfrac{R_2}{R + r} = x$ Ta có (3) $\Rightarrow \dfrac{I_0}{1 + 2,5x} = 4$ (5)

(4) $\Rightarrow \dfrac{I_0}{1 + 0,6x} = 5$ (6)

Giải hệ phương trình (5) và (6) ta có: $I_0 = \dfrac{38}{7} \approx 5,4A$

IV. ĐỊNH LUẬT OHM TỔNG QUÁT

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 4.1. Một bộ acquy có sđđ $\mathscr{E} = 16V$ được nạp điện với cường độ dòng điện nạp là 5A và hđt ở hai cực của acquy là 32V. Xác định điện trở trong của bộ acquy.

Giải: Acquy được nạp điện thì coi như máy thu điện. Do đó ta có:

$U = \mathscr{E} + rI$

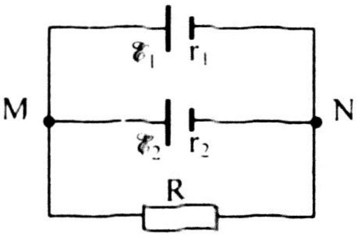
Suy ra: $r = \dfrac{U - \mathscr{E}}{I} = \dfrac{32 - 16}{5} = 3,2\Omega.$

Bài 4.2. Cho một bộ nguồn gồm hai nguồn khác nhau mắc song song $\mathscr{E}_1 = 6V$, $r_1 = 0,6\Omega$ và $\mathscr{E}_2 = 3V$, $r_2 = 0,3\Omega$.

a) Xác định suất điện động của bộ nguồn.

b) Mắc vào hai cực của bộ nguồn một điện trở $R = 4,8\Omega$ (Hình 4.2). Tính cường độ dòng điện qua R và qua mỗi nguồn. Xác định chiều của những dòng điện đó.

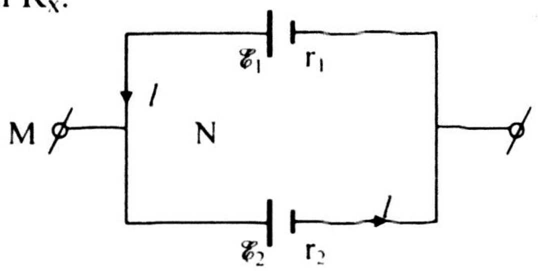
c) Thay R bằng một điện trở khác R_x ta thấy cường độ dòng điện qua nguồn $\mathscr{E}_2$ triệt tiêu. Tính R_x.



Hình 4.2

Giải:

a) Đây là một bộ gồm hai nguồn khác nhau mắc song song (H.4.2G). Điện trở trong của bộ nguồn:



Hình 4.2G

$$r = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$$

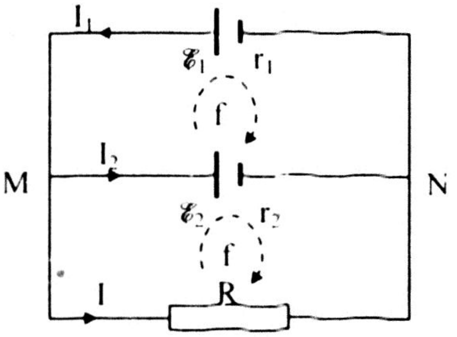
Suất điện động của bộ nguồn có số trị bằng hiệu điện thế giữa hai cực của bộ nguồn khi mạch ngoài hở: $\mathscr{E} = U_{MN}$

Vì $\mathscr{E}_1 > \mathscr{E}_2$ và mạch ngoài hở nên có một dòng điện i chạy qua các nguồn như hình vẽ. Ta có:

$$i = \frac{\mathscr{E}_1 - \mathscr{E}_2}{r_1 + r_2}$$

$$U_{MN} = \mathscr{E}_1 - ir_1 = \mathscr{E}_1 - \frac{\mathscr{E}_1 - \mathscr{E}_2}{r_1 + r_2} r_1$$

$$\mathscr{E} = \frac{\mathscr{E}_1 r_2 + \mathscr{E}_2 r_1}{r_1 + r_2}$$



Hình 4.2Gb

Áp dụng số ta tính được $\mathscr{E} = 4V$.

b) Giả sử dòng điện chạy qua R và các nguồn có chiều như vẽ trên hình 4.2Gb.

Áp dụng định luật Ôm tổng quát cho các đoạn mạch $M\mathscr{E}_1N$, $M\mathscr{E}_2N$ và RMN ta có:

$$U_{MN} = \mathscr{E}_1 - I_1 r_1 \quad (1)$$

$$U_{MN} = \mathscr{E}_2 + I_2 r_2 \quad (2)$$

$$U_{MN} = IR \quad (3)$$

Tại nút M ta có:

$I_1 = I_2 + I$ (4)

Thay các đại lượng đã biết bằng số ta có hệ phương trình:

$U_{NM} = 6 - 0.6I_1$ (1')

$U_{MN} = 3 + 0.3I_2$ (2')

$U_{MN} = 4.8I$ (3')

$I_1 = I_2 + I$ (4')

Giải hệ trên ta được: $I_1 = 3.6A$; $I_2 = 2.8A$; $I = 0.8A$. Vì I_1, I_2, I đều có giá trị dương nên chiều của dòng điện đã giả định trong các đoạn mạch là đúng.

Chú ý: Vì đã biết suất điện động của bộ nguồn nên ta có thể giải theo cách sau:

Áp dụng định luật Ôm cho mạch kín, ta tính được cường độ dòng điện qua R:

$$I = \frac{\mathscr{E}}{R + r} = \frac{4}{4.8 + 0.2} = \frac{4}{5} = 0.8A$$

Từ đó tính được $U_n = U_{MN}$:

$U_{MN} = IR = 0.8.4.8 = 3.84V$

Lần lượt áp dụng định luật Ôm tổng quát cho các đoạn mạch $M\mathscr{E}_1N$ và $M\mathscr{E}_2N$, ta có:

$$I_1 = \frac{\mathscr{E}_1 - U_{MN}}{r_1} = \frac{6 - 3.84}{0.6} = 3.6A$$

$$I_2 = \frac{U_{MN} - \mathscr{E}_2}{r_2} = \frac{3.84 - 3}{0.3} = 2.8A$$

c) Thay R bằng điện trở R_x ta thấy $I_2 = 0$, hệ phương trình (1), (2), (3), (4) trở thành

$U_{MN} = 6 - 0.6I$ (1)''

$U_{MN} = 3$ (2)''

$U_{MN} = R_xI$ (3)''

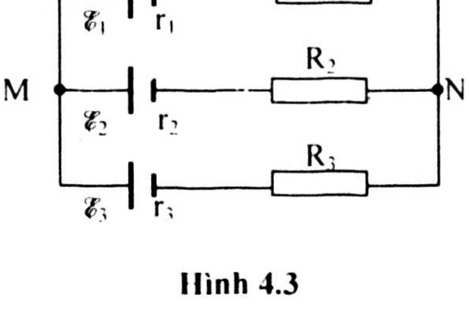
$I_1 = I$ (4)''

Giải hệ trên ta được $R_x = 0.6\Omega$.

B. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 4.3. Cho mạch điện vẽ ở hình 4.3.

$\mathscr{E}_1 = 12$ V, $\mathscr{E}_2 = 6$V, $\mathscr{E}_3 = 3$V



Hình 4.3

$r_1 = r_2 = r_3 = 1\Omega$

$R_1 = R_2 = R_3 = 5\Omega$

Xác định cường độ và chiều của dòng điện chạy qua mỗi nguồn.

Bài 4.4. Cho mạch điện vẽ ở hình 4.4.

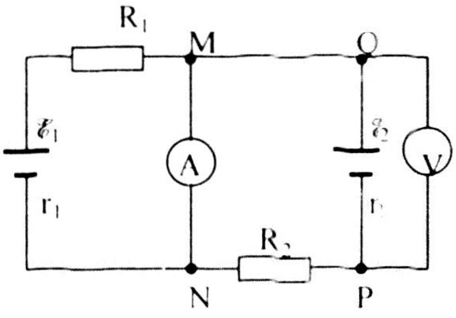
$\mathscr{E}_1 = 3V$, $r_1 = 0{,}5\Omega$

$\mathscr{E}_2 = 6V$, $r_2 = 1\Omega$

$R_1 = 2{,}5\Omega$, $R_2 = 11\Omega$

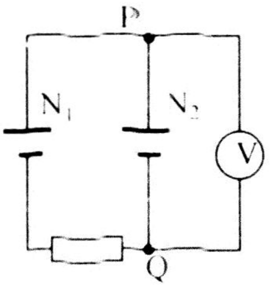
Ampe kế và vôn kế là những máy đo lí tưởng ($R_a = 0$, $R_v = \infty$).

Xác định số chỉ của mỗi máy đo và vị trí của núm (+) của mỗi máy.



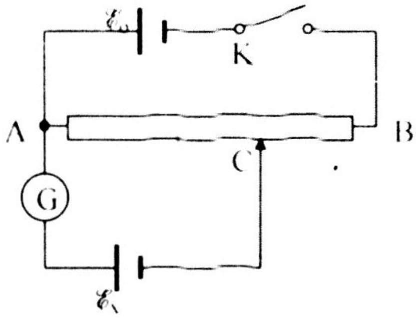
Hình 4.4

Bài 4.5. Cho mạch điện vẽ ở hình 4.5. Các nguồn N_1, N_2 có suất điện động $\mathscr{E}_1 = 6V$ và $\mathscr{E}_2 = 3V$. Vôn kế có điện trở rất lớn so với điện trở ngoài và điện trở trong của hai nguồn, bảng chia độ trên vôn kế có số 0 ở chính giữa, do đó kim có thể quay theo cả hai chiều. vôn kế chỉ 3,3V. Hỏi vôn kế chỉ bao nhiêu nếu ta mắc đảo hai cực của nguồn N_2? So sánh chiều quay của kim vôn kế trong hai trường hợp.



Hình 4.5

Bài 4.6. Muốn xác định suất điện động của một nguồn điện một chiều bằng phương pháp mắc xung đối, người ta dùng sơ đồ điện vẽ ở hình 4.6: AB là một dây hợp kim đồng chất tiết diện đều. Nguồn $\mathscr{E}_0$ được chọn sao cho có suất điện động $\mathscr{E}_0 > \mathscr{E}_x$. G là một điện kế rất nhạy. Đóng khóa K rồi dịch con chạy C cho tới vị trí mà kim điện kế chỉ số 0, lúc đó ta đo được khoảng cách CA.



Hình 4.6

Thay nguồn $\mathscr{E}_x$ bằng một pin mẫu có suất điện động $\mathscr{E}_M$ đã biết ($\mathscr{E}_M < \mathscr{E}$). Ta lại dịch con chạy cho tới vị trí C sao cho kim điện kế chỉ số 0 và đo đoạn C'A.

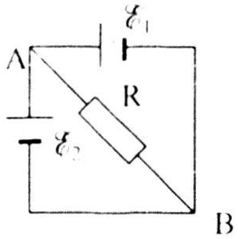
Hãy tính $\mathscr{E}_x$ theo $\mathscr{E}_M$, CA và C'A.

Áp dụng số: $\mathscr{E}_M = 1{,}08V$, $CA = 62{,}5cm$, $C'A = 45cm$.

Bài 4.7. Cho mạch điện như Hình 4.7. Cho biết $\mathscr{E}_1 = 2V$; $r_1 = 0,1\Omega$; $\mathscr{E}_2 = 1,5V$; $r_2 = 0,1\Omega$; $R = 0,2\ \Omega$.
Hãy tính:

a) Hiệu điện thế U_{AB}.

b) Cường độ dòng điện qua $\mathscr{E}_1$; $\mathscr{E}_2$ và R.



Hình 4.7

Bài 4.8. Một bộ acquy có suất điện động $\mathscr{E} = 6$ V, điện trở trong $r = 0,6\ \Omega$ được nạp điện bằng nguồn điện có hiệu điện thế $U = 12$ V. Người ta mắc nối tiếp với acquy một biến trở R để điều chỉnh cường độ dòng điện nạp.

a) Xác định điện trở của biến trở R khi dòng điện nạp $I_1 = 2A$.

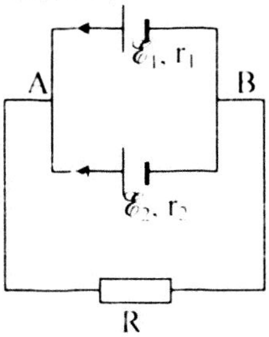
b) Thời gian cần nạp $t_1 = 4$ giờ. Tính dung lượng của acquy.

c) Nếu dòng nạp $I_2 = 2,5$ A thì thời gian cần nạp là bao nhiêu?

Bài 4.9. Cho mạch điện có sơ đồ như Hình 4.9. Các nguồn điện có suất điện động và điện trở trong tương ứng là $\mathscr{E}_1$, r_1 và $\mathscr{E}_2$, r_2 ($\mathscr{E}_1 > \mathscr{E}_2$).

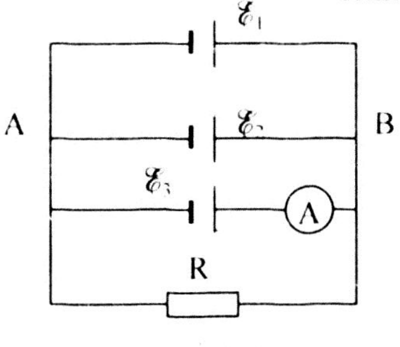
a) Tìm biểu thức của U_{AB}.

b) Với những giá trị nào của R thì nguồn $\mathscr{E}_2$ là nguồn phát ($I_2 > 0$), không phát không thu ($I_2 = 0$) và là máy thu ($I_2 < 0$)?



Hình 4.9

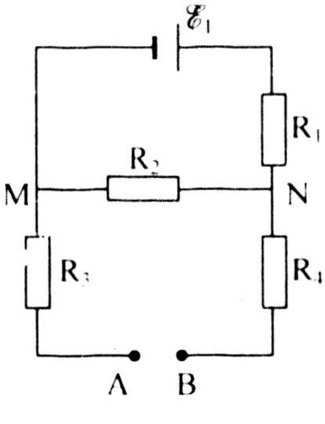
Bài 4.10. Cho mạch điện như Hình 4.10. Cho biết $\mathscr{E}_1 = 1,9$ V ; $\mathscr{E}_2 = 1,7$ V ; $\mathscr{E}_3 = 1,6$ V ; $r_1 = 0,3\ \Omega$; $r_2 = r_3 = 0,1\ \Omega$. Ampe kế A chỉ số 0. Tính điện trở R và cường độ dòng điện qua các mạch nhánh.



Hình 4.10

Bài 4.11. Cho mạch điện có sơ đồ như Hình 4.11 và biết $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 2\ \Omega$; $\mathscr{E}_1 = 1,5V$.

Cần phải mắc vào AB một nguồn điện $\mathscr{E}_2$ có suất điện động bằng bao nhiêu và mắc như thế nào để dòng điện qua R_2 bằng không? Điện trở trong của các nguồn không đáng kể.



Hình 4.11

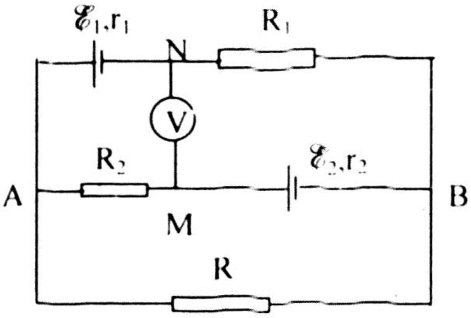
Bài 4.12. Một nguồn điện có sđđ 6V, điện trở trong 0,5Ω.Giữa 2 cực của nguồn có mắc một mạch rẽ, một nhánh có điện trở 10Ω và nhánh kia có máy thu suất phản điện 3,5V và điện trở trong 1Ω. Tính cường độ qua mỗi phần của mạch điện.

Bài 4.13. Cho mạch điện như hình vẽ.

Cho biết: $\mathscr{E}_1 = \mathscr{E}_2 = 6V$, $R_1 = 5\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $r_1 = 1\Omega$, $r_2 = 2\Omega$, vôn kế V (có điện trở rất lớn) chỉ 7,5V. Tính:

a) U_{AB}, R

b) Công suất và hiệu suất của mỗi nguồn



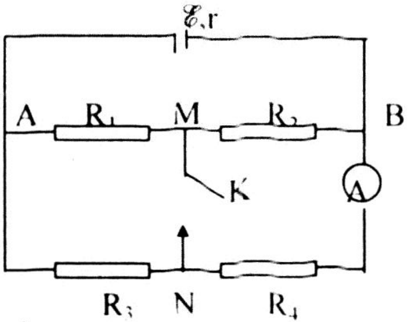
Hình 4.13

Bài 4.14. Cho mạch điện như hình vẽ.

Cho biết $\mathscr{E} = 16V$, $r = 1\Omega$, $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = R_3 = 3\Omega$ và số chỉ trên ampe kế A khi K đóng bằng $\frac{9}{5}$ số chỉ trên Ampe kế khi K mở. Tính:

a) Điện trở R_4.

b) Cường độ dòng qua K khi K đóng. Điện trở ampe kế và điện trở khóa K không đáng kể.



Hình 4.14

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 4.3. Giải:

Giả sử dòng điện chạy trong các đoạn mạch có chiều từ M đến N.

Áp dụng định luật Ôm tổng quát cho các đoạn mạch $M\mathscr{E}_1N$, $M\mathscr{E}_2N$ và $M\mathscr{E}_3N$ ta có:

$$U_{MN} = \mathscr{E}_1 - I_1(R_1 + r_1) \qquad (1)$$

$$U_{MN} = \mathscr{E}_2 - I_2(R_2 + r_2) \qquad (2)$$

$$U_{MN} = \mathscr{E}_3 - I_3(R_3 + r_3) \qquad (3)$$

Tại nút M ta có: $I_3 = I_1 + I_2$ (4)

Sau khi thay số ta được hệ phương trình:

$$U_{MN} = 12 - 6I_1 \qquad (1')$$

$$U_{MN} = 6 - 6I_2 \qquad (2')$$

$$U_{MN} = 3 - 6I_3 \qquad (3')$$

$$I_3 = I_1 + I_2 \qquad (4')$$

Giải hệ phương trình trên ta được:

$$I_1 = \frac{5}{6}A : I_2 = -\frac{1}{6}A ; I_3 = \frac{4}{6}A$$

Vì $I_2 < 0$, ta phải đảo chiều của dòng I_2 đã giả định trên. Nói cách khác, trong mạch này chỉ có $\mathscr{E}_1$ là máy phát, $\mathscr{E}_2$ và $\mathscr{E}_3$ đều là máy thu điện.

Bài 4.4. Giải:

Vì $R_a = 0$, ta suy ra $U_{MN} = I_aR_a = 0$, dòng điện I_1, I_2 chạy qua các nguồn $\mathscr{E}_1$, $\mathscr{E}_2$ được vẽ trên hình 2.62.

Áp dụng định luật Ôm tổng quát cho đoạn mạch $M\mathscr{E}_1N$, ta có:

$$I_1 = \frac{\mathscr{E}_1 = U_{MN}}{R_1 + r_1} = \frac{\mathscr{E}_1}{R_1 + r_1} = \frac{3}{2,5 + 0,5} = 1A$$

Đối với đoạn mạch $M\mathscr{E}_2N$, ta có:

$$I_2 = \frac{\mathscr{E}_2 = U_{MN}}{R_2 + r_2} = \frac{\mathscr{E}_2}{R_2 + r_2} = \frac{6}{11 + 1} = 0,5A$$

Tại nút M ta có: $I_a = I_1 + I_2 = 1,5A$

Vậy ampe kế chỉ 1,5A và núm (+) phải được mắc vào điểm M (dòng I_a đi từ M vào ampe kế).

Để xác định số chỉ của vôn kế ta tính U_{QP}. Áp dụng định luật Ôm tổng quát cho đoạn mạch $Q\mathscr{E}_2P$ ta có:

$$U_{QP} = \mathscr{E}_2 - I_2r_2 = 6 - 0,5.1 = 5,5V$$

Vậy vôn kế chỉ 5,5V và núm (+) phải được mắc vào điểm Q ($V_Q > V_P$).

Bài 4.5. Giải:

Hình 4.5G. a, b chỉ rõ chiều của dòng điện chạy qua các nguồn trong mỗi trường hợp. Trong sơ đồ (a) hai nguồn mắc xung đối:

$$I = \frac{\mathscr{E}_1 - \mathscr{E}_2}{R + r_1 + r_2} = \frac{6 - 3}{R + r_1 + r_2}$$

Khi đó, theo đầu bài, số chỉ của vôn kế là 3,3V.

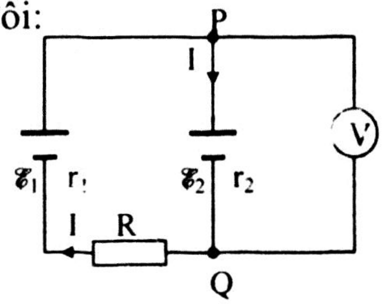
Ta có:

$$U_{PQ} = \mathscr{E}_2 + Ir_2$$

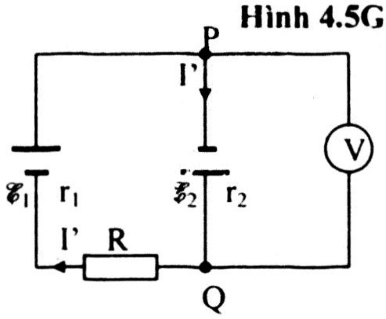
hay là $3,3 = 3 + \frac{3r_2}{R + r_1 + r_2}$

Rút ra: $\frac{r_2}{R + r_1 + r_2} = 0,1$ (1)

Trong sơ đồ (b), hai nguồn mắc nối tiếp:



Hình 4.5Ga



Hình 4.5Gb

$$I' = \frac{\mathscr{E}_1 + \mathscr{E}_2}{R + r_1 + r_2} = \frac{6 + 3}{R + r_1 + r_2} = \frac{9}{R + r_1 + r_2}$$

Áp dụng định luật Ôm tổng quát cho đoạn mạch

$P\mathscr{E}_2Q$, ta có: $U'_{PQ} = I'r_2 - \mathscr{E}_2$

$$= \frac{9r_2}{R + r_1 + r_2} - 3$$

Chú ý đến (1) ta tính được:

$$U'_{PQ} = 9.0{,}1 - 3 = -2{,}1V$$

Dấu (–) chứng tỏ U'_{PQ} ngược dấu với U_{PQ}, kim của vôn kế quay theo chiều ngược lại và chỉ giá trị 2,1V.

Bài 4.6. Giải:

Xem hình 4.6. Khi kim điện kế chỉ số 0, cường độ dòng điện chạy trên dây ACB chỉ phụ thuộc nguồn $\mathscr{E}_0$ và điện trở của dây AB:

$$I_{AC} = I_{CB} = I$$

Áp dụng định luật Ôm cho đoạn mạch AC ta có:

$$U_{AC} = IR_{AC} \qquad (1)$$

Mặt khác áp dụng định luật Ôm tổng quát cho đoạn mạch $A\mathscr{E}_xC$, ta có:

$$U_{AC} = \mathscr{E}_x \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra:

$$\mathscr{E}_x = IR_{AC} \qquad (3)$$

Khi thay nguồn $\mathscr{E}_x$ bằng một pin mẫu $\mathscr{E}_M$, con chạy ở vị trí C' thì kim điện kế chỉ số 0. Tương tự như trên ta có:

$$\mathscr{E}_M = IR_{AC'} \qquad (4)$$

Chia (3) cho (4) vế với vế và chú ý rằng điện trở của các đoạn dây AC, AC' tỉ lệ thuận với chiều dài của chúng, ta có:

$$\frac{\mathscr{E}_x}{\mathscr{E}_M} = \frac{R_{AC}}{R_{AC}} = \frac{AC}{AC'}$$

Suy ra: $\mathscr{E}_x = \mathscr{E}_M \dfrac{AC}{AC'}$

Áp dụng số: $\mathscr{E}_x = 1{,}08.\dfrac{62{,}5}{45} = 1{,}5V$.

Bài 4.7.

Trả lời: $U_{AB} = 1{,}4$ V ; $I_1 = 6$ A ; $I_2 = 1$A ; $I = 7$ A.

Bài 4.8. Giải: a) $U = \mathscr{E} + I_1(r + R)$ với $\mathscr{E} = \mathscr{E}$

$$R = \frac{U - \mathscr{E}' - I_1 r}{I_1} = \frac{12 - 6 - 2.0,6}{2} = 2,4\ \Omega$$

b) $Q = I_1 t_1 = 2.4 = 8$ Ah

c) $t_2 = \frac{Q}{I_2} = \frac{8}{2,5} = 3,2$ h = 3 giờ 12 phút.

Bài 4.9. Giải: a) Áp dụng công thức của định luật Ôm cho ba đoạn mạch:

$$I_1 = \frac{U_{BA} + \mathscr{E}_1}{r_1} \qquad (1)$$

$$I_2 = \frac{U_{BA} + \mathscr{E}_2}{r_2} \qquad (2)$$

$$I = \frac{U_{AB}}{R} \qquad (3)$$

Và tại nút A: $I = I_1 + I_2$ (4)

Rút ra
$$U_{AB} = \frac{\frac{\mathscr{E}_1}{r_1} + \frac{\mathscr{E}_2}{r_2}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}} \qquad (5)$$

b) Nếu $\mathscr{E}_2$ là nguồn phát, $I_2 > 0$, từ (2) rút ra

$$U_{AB} = \mathscr{E}_2 - I_2 r_2 < \mathscr{E}_2 \qquad (6)$$

và từ (5) và (6): $R < \frac{\mathscr{E}_2}{\mathscr{E}_1 - \mathscr{E}_2} r_1$

Nếu $\mathscr{E}_2$ không phát cũng không thu thì $I_2 = 0$:

$U_{AB} = \mathscr{E}_2$, suy ra $R = \frac{\mathscr{E}_2}{\mathscr{E}_1 - \mathscr{E}_2} r_1$

Nếu $\mathscr{E}_2$ là máy thu $I_2 < 0$, $U_{AB} > \mathscr{E}_2$

và $R > \frac{\mathscr{E}_2}{\mathscr{E}_1 - \mathscr{E}_2} r_1$

Bài 4.10. Giải: $U_{BA} = \mathscr{E}_1 - I_1 r_1 = \mathscr{E}_2 - I_2 r_2 = \mathscr{E}_3 = IR$

Suy ra $I_1 = 1$ A ; $I_2 = 1$ A ; $I = 2$ A ; $R = 0,8\ \Omega$

Bài 4.11. Giải: Để cho dòng điện qua R_2 bằng không phải mắc cực dương của $\mathscr{E}_2$ vào điểm A và cực âm vào điểm B. Gọi I_1, I_2 và I_3 là dòng điện qua các điện trở R_1, R_2, R_3.

$$U_{MN} = I_2R_2 = \mathscr{E}_2 - I_3(R_3 + R_4) = -(\mathscr{E}_1 - I_1R_1)$$

$I_3 = I_2 + I_1$. Cho $I_2 = 0$ suy ra:

$$\mathscr{E}_2 = \frac{R_3 + R_4}{R_1}\mathscr{E}_1 = \frac{2 + 2}{2}.1,5 = 3\text{ V}.$$

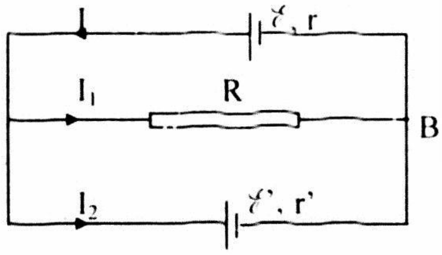
Bài 4.12. Giải: Chọn chiều dòng điện trong mạch như hình vẽ. Ta có:

$$U_{AB} = \mathscr{E} - rI \qquad (1)$$

$$U_{AB} = \mathscr{E}' + rI_2 \qquad (2)$$

$$U_{AB} = RI_1 \qquad (3)$$

$$I = I_1 + I_2 \qquad (4)$$



Hình 4.12

Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ $\mathscr{E}' + rI_2 = \mathscr{E} - rI$ (5)

Từ (2) và (3) $\Rightarrow$ $RI_1 = \mathscr{E}' + r'I_2$ (6)

Thay $I = I_1 + I_2$ vào (5) ta có: $\mathscr{E}' + r'I_2 = \mathscr{E} - r(I_1 + I_2)$ (7)

(6)$\Rightarrow$ $10I_1 = 3,5 + I_2$ (8)

(7)$\Rightarrow$ $3,5 + I_2 = 6 - 0,5(I_1 + I_2)$ (9)

Từ (8) và (9) $\Rightarrow$ $I_1 = 0,5A$, $I_2 = 1,5A$; $I = I_1 + I_2 = 2A$

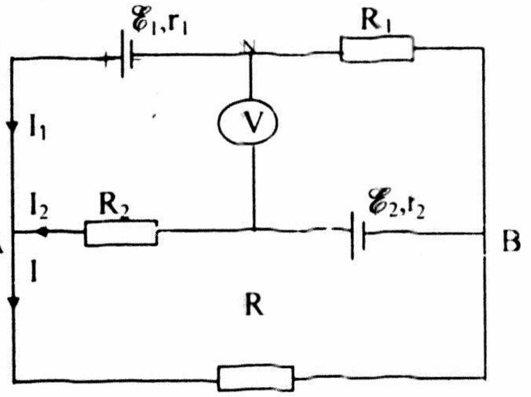
Bài 4.13. Giải: a) Chọn chiều dòng điện trong các mạch như hình vẽ. Vôn kế có điện trở rất lớn nên cường độ qua vôn kế bằng 0. Ta có:

$$U_{BA} = -\mathscr{E}_1 + (R_1 + r_1)I_1 \qquad (1)$$

$$U_{BA} = -\mathscr{E}_2 + (R_2 + r_2)I_2 \qquad (2)$$

$$U_{AB} = RI \qquad (3)$$

$$I = I_1 + I_2 \qquad (4)$$



Hình 4.13G

$$U_{MN} = U_{MA} + U_{AN} = R_2I_2 + \mathscr{E}_1 - r_1I_1 \qquad (5)$$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ $-\mathscr{E}_1 + (R_1 + r_1)I_1 = -\mathscr{E}_2 + (R_2 + r_2)I_2$

Vì $\mathscr{E}_1 = \mathscr{E}_2$ và $R_1 + r_1 = R_2 + r_2 = 6\Omega$ nên $I_1 = I_2$

Vậy $I_1 = I_2 = \frac{1}{2}$

Từ (5) $\Rightarrow$ $U_{MN} = R_2.\frac{I}{2} + \mathscr{E}_1 - r_1.\frac{I}{2}$

hay $7,5 = 2I + 6 - \frac{I}{2}$ $\Rightarrow$ $I = 1A$

Vậy $U_{AB} = \mathscr{E}_1 - (R_1 + r_1)I_1 = 6 - 6.\frac{1}{2} = 3V$

$$R = \frac{U_{AB}}{I} = 3\Omega$$

b) Vì $\mathscr{E}_1 = \mathscr{E}_2$ và $I_1 = I_2$ nên công suất của 2 nguồn bằng nhau:

$$P = \mathscr{E}_1 I_1 = \mathscr{E}_2 I_2 = 3W$$

Hiệu điện thế giữa 2 cực của nguồn $\mathscr{E}_1$:

$$U_1 = \mathscr{E}_1 - r_1 I_1 = 5,5V$$

Hiệu suất của nguồn $\mathscr{E}_1$:

$$\mathscr{H}_1 = \frac{U_1}{\mathscr{E}_1} = \frac{5,5}{6} = 91,66\ \%$$

Hiệu điện thế giữa 2 cực của nguồn $\mathscr{E}_2$:

$$U_2 = \mathscr{E}_2 - r_2 I_2 = 5V$$

Hiệu suất của nguồn $\mathscr{E}_2$:

$$\mathscr{H}_2 = \frac{U_2}{\mathscr{E}_2} = \frac{5}{6} = 83,33\ \%$$

Bài 4.14. Giải: a) Khi K mở điện trở của đoạn mạch AB là:

$$R_{AB} = \frac{R_{13}\,.\,R_{24}}{R_{13}\,.\,R_{24}} = \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{4(3 + R_4)}{7 + R_4}$$

Cường độ của mạch chính:

$$I = \frac{\mathscr{E}}{R_{AB} + r} = \frac{\mathscr{E}(7 + R_4)}{19 + 5R_4}$$

Gọi I_4 là cường độ qua Ampe kế khi K mở (cũng là cường độ qua R_2 và R_4. Ta có: $U_{AB} = R_{AB}\,I = R_{24}\,I_4$

Suy ra: $I_4 = \frac{4\mathscr{E}}{19 + 5R_4}$ (1)

- Khi K đóng, M và N nối tắt nên điện trở của đoạn mạch AB là:

$$R'_{AB} = R_{12} + R_{34} = \frac{R_1\,.\,R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3\,.\,R_4}{R_3 + R_4} = \frac{3}{4} + \frac{3R_4}{3 + R_4}$$

$$R'_{AB} = \frac{9 + 15R_4}{4(3 + R_4)}$$

Cường độ mạch chính: $I' = \dfrac{\mathscr{E}}{R'_{AB} + r} = \dfrac{4\mathscr{E}(3 + R_4)}{21 + 19R_4}$

Gọi I'_4 là cường độ qua ampe kế khi K đóng (cũng là cường độ dòng điện qua R_4).

Ta có: U_{NB} (hay U_{MB}) $= R_{34}.I' = R_4I'_4$

Suy ra: $I'_4 = \dfrac{R_{34}\,.\,I'}{R_4} = \dfrac{3R_4}{3 + R_4} \cdot \dfrac{4\mathscr{E}(3 + R_4)}{21 + 19R_4} \cdot \dfrac{1}{R_4}$

Hay $\qquad I'_4 = \dfrac{12\mathscr{E}}{21 + 19R_4} \qquad (2)$

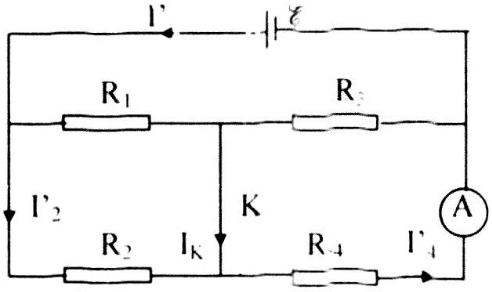
Theo giả thiết $I'_4 = \dfrac{9}{5} I_4$

$$\Rightarrow \frac{12\mathscr{E}}{21 + 19R_4} = \frac{9(4\mathscr{E})}{5(19 + 5R_4)} \Rightarrow \frac{1}{21 + 19R_4} = \frac{3}{5(19 + 5R_4)}$$

Suy ra: $R_4 = 1\Omega$

b) Ta có

$$I'_4 = \frac{12\mathscr{E}}{21 + 19R_4} = \frac{72}{40} = 1{,}8A$$



Hình 4.14G

Gọi I'_2 là cường độ dòng điện qua R_2 khi K đóng. Ta có: $I'_2.\,R_2 = I'.\,R_{12}$

$$\Rightarrow I'_2 = \frac{I'.R_{12}}{R_2}$$

Với $I' = \dfrac{4\mathscr{E}(3 + R_4)}{21 + 19R_4} = 2{,}4A$

và $R_{12} = \dfrac{R_1\,.\,R_2}{R_1 + R_2} = 0{,}75\Omega$

Vậy $I'_2 = \dfrac{2{,}4.0{,}75}{3} = 0{,}6A$ Suy ra $I_K = I'_4 - I'_2 = 1{,}2A$

Vậy cường độ dòng qua K khi K đóng là $I_K = 1{,}2A$

V. MẮC NGUỒN ĐIỆN THÀNH BỘ

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 5.1. Có 24 pin, mỗi pin có sđđ 1,5V, điện trở trong 0,5Ω. Điện trở mạch ngoài R = 3Ω.

a) Khi ghép nối tiếp các pin. Tính cường độ dòng điện qua R.

b) Khi ghép các pin này thành y dãy mỗi dãy x pin. Hãy xác định x, y để cường độ dòng điện qua R cực đại

Giải: a) Cường độ dòng điện qua R khi các pin ghép nối tiếp.

$$I = \frac{24\mathscr{E}}{R + 24r} = \frac{36}{3 + 12} = 2{,}4A$$

b) Khi ghép thành y dãy mỗi dãy gồm x pin thì cường độ qua R là:

$$I = \frac{x\mathscr{E}}{R + \frac{xr}{y}} = \frac{xy\mathscr{E}}{yR + xr}$$

Ta có $xy = 24$ nên $I = \dfrac{24\mathscr{E}}{yR + xr}$

Muốn I_{max} thì $(yR + xr)$ phải cực tiểu.

Ta có $yR.xr = xyR.r = 24R.r$ = hằng số

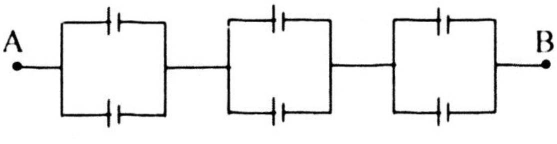
Vậy $(yR + xr)$ cực tiểu khi $yR = xr$

Ta có thể viết $yR = xr \quad \Leftrightarrow \quad xyR = x^2.r \quad \Leftrightarrow \quad 24R = x^2r$

Suy ra $\quad x^2 = \dfrac{24R}{r} = \dfrac{24.3}{0{,}5} = 144$

Vậy $x = 12$; $y = 2$ và $I_{max} = \dfrac{24\,.\,1{,}5}{2.3 + 12.0{,}5} = 3A$.

Bài 5.2. Tìm sđđ và điện trở trong của bộ nguồn gồm 6 acquy (có $\mathscr{E} = 2V$, $r = 1\Omega$) mắc như hình vẽ 5.2:



Hình 5.2

Giải: 6 pin mắc thành 3 nhóm nối tiếp, mỗi nhóm gồm 2 pin mắc song song. Mỗi nhóm tương đương với 1 nguồn có sđđ $\mathscr{E}_1$ và điện trở trong r_1.

Ta có: $\mathscr{E}_1 = \mathscr{E} = 2V$; $r_1 = \dfrac{r}{2} = 0{,}5\Omega$

Suất điện động của bộ nguồn: $\mathscr{E}_b = 3\,\mathscr{E}_1 = 6V$

Điện trở trong của bộ nguồn: $r_b = 3r_1 = 1{,}5\Omega$

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

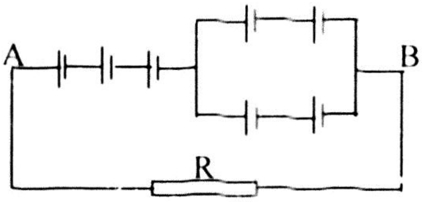
Bài 5.3 Một bộ nguồn gồm các nguồn điện giống nhau, mỗi nguồn có suất điện động $\mathscr{E} = 2$ V, điện trở trong $r = 6\ \Omega$ cung cấp điện cho một bóng đèn 12 V – 6 W sáng bình thường.

a) Nếu có 48 nguồn thì phải mắc chúng như thế nào? Tính hiệu suất của bộ nguồn theo từng cách mắc.

b) Tìm cách mắc sao cho chỉ cần số nguồn ít nhất. Tính số nguồn đó và tính hiệu suất của bộ nguồn.

Bài 5.4. Cho mạch điện mắc như Hình 5.4.

Mỗi pin có sđđ $\mathscr{E} = 1{,}5V$, điện trở trong $r = 1\Omega$, điện trở $R = 3\Omega$. Tìm cường độ dòng điện ở mạch ngoài.



Hình 5.4

Bài 5.5. Có một số nguồn điện giống nhau mắc nối tiếp và mạch ngoài có điện trở $R = 10\Omega$.

Nếu dùng 6 nguồn thì cường độ dòng điện trong mạch là 3A.

Nếu dùng 12 nguồn thì cường độ dòng điện trong mạch là 5A. Tính sđđ và điện trở trong của mỗi nguồn.

Bài 5.6. Đem 18 pin giống nhau mắc thành 3 dãy mỗi dãy 6 pin. Mạch ngoài có biến trở R.

Khi biến trở có trị số R_1 thì cường độ dòng điện qua R và hđt ở 2 đầu biến trở có trị số $I_1 = 1{,}3A$, $U_1 = 6{,}4V$.

Khi biến trở có trị số R_2 thì $I_2 = 2{,}4A$, $U_2 = 4{,}2V$. Tính sđđ $\mathscr{E}$ và điện trở trong r của mỗi pin.

Bài 5.7. Có 12 acquy giống nhau được mắc hỗn tạp thành một bộ nguồn (mắc nối tiếp m acquy thành một hàng mắc song song n hàng giống nhau thành bộ). Mỗi acquy có s.đ.đ. $\mathscr{E} = 1{,}5V$ và điện trở trong $r = 0{,}5\Omega$. Mạch ngoài là một bóng đèn.

a) Có bao nhiêu cách mắc bộ nguồn?

b) Ứng với mỗi cách mắc, bộ nguồn có thể thắp sáng bình thường bóng đèn có công suất định mức cực đại và hiệu điện thế định mức là bao nhiêu?

c) Hiệu suất của việc sử dụng điện nói trên như thế nào? Cách sử dụng nào là tốt nhất?

Bài 5.8. a) Cần dùng bao nhiêu pin $4{,}5V - 1\Omega$ mắc theo kiểu hỗn tạp để thắp cho bóng đèn 8V – 8W sáng bình thường?

b) Cần dùng bao nhiêu pin $1{,}5V - 0{,}5\Omega$ mắc theo kiểu hỗn tạp để thắp cho bóng đèn 6V – 3W sáng bình thường?

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 5.3. Giải: Giả sử bộ nguồn gồm N nguồn mắc thành m dãy, mỗi dãy có n nguồn ($N = nm$). Suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn là:

$\mathscr{E}_b = n\mathscr{E} = 2n$; $r_b = \frac{nr}{m} = \frac{6n}{m} = \frac{6n^2}{N}$

Theo định luật Ôm cho toàn mạch:

$$I = \frac{\mathscr{E}_b}{R + r_b}$$

với R là điện trở của đèn: $R = \frac{U_d^2}{P_d} = 24\ \Omega$

Vì đèn sáng bình thường, ta có:

$$I = I_d = \frac{P_d}{U_d} = 0{,}5\ A$$

Từ đó $0{,}5 = \cfrac{2n}{24 + \cfrac{6n^2}{n}}$

hay $\quad 3n^2 - 2nN + 12N = 0 \qquad (1)$

a) Với N = 48, phương trình (1) có nghiệm

$n_1 = 8$ nguồn ; $n_2 = 24$ nguồn

Một cách tương ứng $m_1 = \frac{48}{8} = 6$ dãy và $m_2 = \frac{48}{24} = 2$ dãy.

Vậy có hai cách mắc: 8 nguồn x 6 dãy và 24 nguồn x 2 dãy. Điện trở trong của bộ nguồn ứng với mỗi cách mắc:

$r_{b_1} = \frac{6n_1^2}{N} = 8\ \Omega$; $r_{b_2} = \frac{6n_2^2}{N} = 72\ \Omega$

Hiệu suất của bộ nguồn ứng với mỗi cách mắc:

$$H_1 = \frac{R}{R + r_{b_1}} = \frac{24}{24 + 8} = 0{,}75 = 75\ \%$$

$$H_2 = \frac{R}{R + r_{b_2}} = \frac{24}{24 + 72} = 0{,}25 = 25\ \%.$$

b) Xét phương trình (1). Điều kiện để có nghiệm:

$\Delta' \geq 0 \rightarrow N^2 - 36N \geq 0$

Từ đó $N \geq 36$

Số nguồn ít nhất là $N_{min} = 36$ nguồn

Với N = 36, phương trình (1) có nghiệm:

$n = \frac{N}{3} = 12$ nguồn

và do đó $m = \dfrac{N}{n} = 3$ dãy

Vậy cần có 36 nguồn mắc thành 3 dãy, mỗi dãy 12 nguồn. Điện trở trong của bộ nguồn.

$$r_b = \frac{6n^2}{N} = 24\ \Omega$$

Hiệu suất bộ nguồn $H = \dfrac{R}{R + r_b} = \dfrac{24}{24 + 24} = 50\ \%$.

Bài 5.4. Giải: Ba nguồn mắc giữa A và C tương đương với một nguồn duy nhất có sđđ

$\mathscr{E}_1 = 3; \mathscr{E} = 4{,}5V; r_1 = 3r = 3\Omega.$

Bốn nguồn mắc giữa B và C tương đương với một nguồn duy nhất có sđđ

$\mathscr{E}_2 = 2; \mathscr{E} = 3V$. Điện trở trong $r_2 = r = 1\Omega$.

Mạch kín coi như gồm 2 nguồn $(\mathscr{E}_1, r_1)$; $(\mathscr{E}_2, r_2)$ và điện trở R.

Ta có: $$I = \frac{\mathscr{E}_1 + \mathscr{E}_2}{R + r_1 + r_2} = \frac{4{,}5 + 3}{3.5 + 3 + 1} = 1A$$

Bài 5.5. Giải: Nếu dùng 6 nguồn mắc nối tiếp thì cường độ qua R là:

$$I_1 = \frac{6\mathscr{E}}{R + 6r} \quad\Rightarrow\quad 3 = \frac{6\mathscr{E}}{10 + 6r} \qquad (1)$$

Nếu dùng 12 nguồn mắc nối tiếp thì cường độ qua R là:

$$I_1 = \frac{12\mathscr{E}}{R + 12r} \quad\Rightarrow\quad 5 = \frac{12\mathscr{E}}{10 + 12r} \qquad (2)$$

Giải hệ phương trình (1) và (2) ta có: $\mathscr{E} = 11V, r = 2\Omega$

Bài 5.6. Giải: Bộ nguồn tương đương có:

Suất điện động: $\mathscr{E}_b = 6\mathscr{E}$

Điện trở trong: $r_b = \dfrac{6r}{3} = 2r$

Hiệu điện thế ở 2 đầu R bằng hđt ở 2 cực bộ nguồn.

Ta có: $U = \mathscr{E}_b - r_b I$

Khi $U = U_1 \Rightarrow U_1 = \mathscr{E}_b - rb.I_1 \Rightarrow 6{,}4 = 6\mathscr{E} - 2r.1{,}3$

$$\Rightarrow 6{,}4 = 6\mathscr{E} - 2{,}6r \qquad (1)$$

Khi $U = U_2 \Rightarrow U_2 = \mathscr{E}_b - rb.I_2 \Rightarrow 4{,}2 = 6\mathscr{E} - 4{,}8r \qquad (2)$

Giải hệ phương trình (1) và (2) ta có: $\mathscr{E} = 1,5V$ và $r = 1\Omega$

Bài 57. Giải:

a) Có 6 cách mắc bộ nguồn ứng với 6 bộ biến số m, n như sau:

$$m = 1, 2, 3, 4, 6, 12$$

$$n = 12, 6, 4, 3, 2, 1$$

b) Công suất của bóng đèn:

$$P_d = \mathscr{E}_{bộ}I - r_{bộ}I^2$$

với $\mathscr{E}_{bộ} = 1,5m$

$$r_{bộ} = \frac{mr}{n} = \frac{0,5m}{n}$$

P_d cực đại khi $I = \dfrac{\mathscr{E}_{bộ}}{2r_{bộ}} = 1,5n$

$$P_{dmax} = 1,5^2m.n - 0,5\frac{m}{n}.1,5^2n^2$$

$P_{dmax} = 13,5W$ (với mn = 12 aqquy)

Như vậy, với các cách mắc bộ nguồn, công suất định mức cực đại của bóng đèn mà bộ nguồn có thể thắp sáng bình thường đều như nhau và bằng 13,5W.

Tuy nhiên hiệu điện thế định mức của các bóng đèn sẽ khác nhau:

$$u_d = \frac{P_{dmax}}{I} = \frac{13,5}{1,5n} = \frac{9}{n}$$

Vậy 6 giá trị của hiệu điện thế định mức của đèn ứng với 6 cách mắc bộ nguồn là:

$U_d = 0,75V$; $1,5V$; $2,25V$; $3V$; $4,5V$ và $9V$

c) Hiệu suất của việc sử dụng điện là:

$$H = \frac{P_{dmax}}{\mathscr{E}_{bộ}I} = \frac{0,5.1,5^2\ m\ n}{1,5^2\ m.n} = 0,5$$

Vậy 6 trường hợp đều có cùng hiệu suất sử dụng điện là 50 %.

Tuy nhiên, nên chọn đèn có hiệu điện thế định mức lớn để hạn chế cường độ dòng điện mà nguồn điện phải cung cấp. Và lại, khi đó điện trở của đèn sẽ lớn, dây tóc sẽ "mảnh", có thể nung nóng dễ dàng đến sáng trắng.

Bài 5.8. Giải:

a) Với $\mathscr{E} = 4,5V$; $r = 1\Omega$; $P_d = 8W$; $U_d = 8V$, ta có $I = 1A$; $R = 8\Omega$ và có phương trình:

$$1 = \frac{4,5\ mn}{m + 8n}$$

hay $m + 8n = 4,5p$ (1) ; với $p = m.n$

Ta hãy xác định khoảng các giá trị của m. Thay n bằng $\frac{p}{m}$ trong phương trình (1) ta được:

$$p = \frac{m^2}{4,5m - 8}$$

Vì p phải là số dương, nên ta có $m > \frac{16}{9}$ hay $m > 1$ (3). Mặt khác, ta lại có:

$$n = \frac{p}{m} \geq 1 \text{ hay } \frac{m}{4,5m - 8} \geq 1$$

Giải ra ta được: $m \leq \frac{16}{7}$ hay $m \leq 2,3$ (4)

Phối hợp hai điều kiện (3) và (4), ta chỉ có thể lấy giá trị $m = 2$. Nếu với $m = 2$, mà n không có giá trị nguyên thì bài toán không có lời giải Đối với bài toán này, với $m = 2$ thì $n = 2$ và $p = 4$ pin.

b) Với $\mathscr{E} = 1,5V$; $r = 0,5\ \Omega$; $P_d = 3W$, $U_d = 6V$

Ta có $I = 0,5A$ và $R = 12\Omega$ và có phương trình:

$$0,5 = \frac{1,5mn}{0,5m + 12n}$$

Ta hãy tính $p = m.n$

$$p = \frac{m^2}{6m - 24}$$

với $p > 0$, ta suy ra $m > 4$

Mặt khác, ta lại có: $n = \frac{p}{m} = \frac{m}{6m - 24} \geq 1$

Từ đó suy ra: $m \leq \frac{24}{5} = 4,8$

Điều kiện $4 < m \leq 4,8$ hoàn toàn không tương thích với điều kiện n phải là một số nguyên, dương. Vậy, hoàn toàn không có cách dùng các pin 1,5V – 0,5Ω để thắp sao cho bóng đèn 6V – 3W sáng bình thường (nếu không dùng thêm điện trở).

VI. CÔNG SUẤT CỦA TOÀN MẠCH

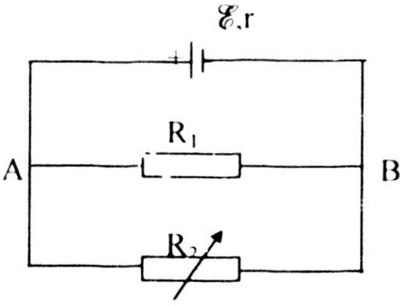
1. BÀI TẬP MẪU

Bài 6.1. Cho mạch điện như hình vẽ.

Biết $\mathscr{E} = 16V$, $r = 4\Omega$, $R_1 = 12\Omega$.

a) Tính R_2. Biết công suất tiêu thụ của R_2 bằng 9W. Tính công suất và hiệu suất của nguồn khi đó.

b) Với giá trị nào của R_2 thì công suất tiêu thụ trong R_2 lớn nhất. Giá trị lớn nhất ấy bằng bao nhiêu?



Hình 6.1

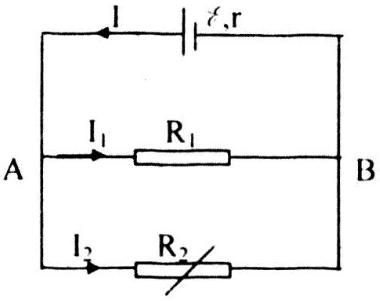
Giải: a) Công suất tiêu thụ trong R_2 là:

$$P_2 = R_2 I_2^2 = R_2 . \frac{U_{AB}^2}{R_2^2} = \frac{U_{AB}^2}{R_2}$$

Ta có: $U_{AB} = \mathscr{E} - rI$

Với $$I = \frac{E}{\dfrac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2} + r}$$

Suy ra $$U_{AB} = \frac{12R_2}{R_2 + 3}$$



Hình 6.1G

Vậy $P_2 = \dfrac{U_{AB}^2}{R_2} \Rightarrow 9 = \dfrac{(12R_2)^2}{R_2(R_2 + 3)^2}$ hay $R_2(R_2^2 - 10R_2 + 9) = 0$

$R_2 \neq 0$ nên $R_2^2 - 10R_2 + 9 = 0$

Suy ra $R_2 = 1\Omega$ và $R_2 = 9\Omega$

- Khi $R_2 = 1\Omega$ thì $I = \dfrac{\mathscr{E}}{R_{12} + r} = \dfrac{16}{\dfrac{12}{13} + 4} = 3{,}25A$

Hiệu điện thế $U_{AB} = \mathscr{E} = rI = 3V$

Công suất của nguồn: $P = \mathscr{E}.I = 52W$

Hiệu suất của nguồn: $h_1 = \dfrac{U_{AB}}{\mathscr{E}} = \dfrac{3}{16} = 18{,}75\ \%$

- Khi $R_2 = 1\Omega$ thì $I = \dfrac{16}{\dfrac{108}{21} + 4} = 1{,}75A$

Hiệu điện thế $U_{AB} = \mathscr{E} - rI = 9V$

Công suất của nguồn điện: $P = \mathscr{E}.I = 28W$

Hiệu suất của nguồn: $h_2 = \dfrac{U_{AB}}{\mathscr{E}} = \dfrac{9}{16} = 56{,}25\ \%$

b) Ta có $P_2 = \dfrac{(12R_2)^2}{R_2(R_2 + 3)^2} = \dfrac{144R_2}{(R_2 + 3)^2} = \dfrac{144}{\dfrac{(R_2 + 3)^2}{R_2}}$

Hay $P_2 = \dfrac{144}{(\sqrt{R_2} + \dfrac{2}{\sqrt{R_2}})^2}$

Muốn P_2 cực đại thì $\sqrt{2} + \dfrac{3}{\sqrt{R_2}}$ phải cực tiểu.

Ta có: $\sqrt{2} . \dfrac{3}{\sqrt{R_2}} = 3$ = hằng số.

Suy ra: $\sqrt{2} + \dfrac{3}{\sqrt{R_2}}$ cực tiểu khi $\sqrt{2} = \dfrac{3}{\sqrt{R_2}} \Rightarrow P_2 = 3\Omega$

Vậy khi $R_2 = 3\Omega$ thì công suất tiêu thụ trong R_2 cực đại.

Trị số: $P_{2max} = \dfrac{144R_2}{(R_2 + 3)^2} = \dfrac{144.3}{(3 + 3)^2} = 12W.$

Bài 6.2. Một acquy được nạp điện sau thời gian 10 h thì có dung lượng là $q = 7200$ C. Biết suất điện động và điện trở trong của acquy $\mathscr{E} = 9$ V và $r = 1{,}5\ \Omega$. Hãy tính:

a) Hiệu điện thế đặt vào hai cực của acquy.

b) Công suất nạp điện và công suất tỏa nhiệt.

c) Hiệu suất nạp điện.

Giải: a) Cường độ dòng điện nạp $I = \dfrac{q}{t} = 0{,}2$ A.

Hiệu điện thế đặt vào acquy:

$U = \mathscr{E}' + Ir$ với $\mathscr{E}' = \mathscr{E} = 9$ V

$U = 9 + 1{,}5.0{,}2 = 9{,}3$ V.

b) Công suất nạp điện: $P = UI = 9{,}3.0{,}2 = 1{,}86$ W

Công suất tỏa nhiệt: $P' = I^2r = (0{,}2)^2.1{,}5 = 0{,}06$ W.

c) Hiệu suất nạp điện: $H = \dfrac{P - P'}{P} = \dfrac{1{,}86 - 0{,}06}{1{,}86} = 97\ \%$.

Bài 6.3. Một nguồn điện có suất điện động $\mathscr{E} = 24$ V, điện trở trong r = 6 Ω dùng để thắp sáng các bóng đèn loại 6 V – 3 W.

a) Có thể mắc tối đa mấy bóng đèn để các đèn đều sáng bình thường và phải mắc chúng như thế nào?

b) Nếu chỉ có sáu bóng đèn thì phải mắc chúng như thế nào để các bóng đèn sáng bình thường. Trong các cách mắc đó cách nào lợi hơn?

Giải: a) Gọi N là số bóng đèn được thắp sáng. Nếu chúng đều sáng bình thường thì công suất tiêu thụ ở mạch ngoài là $P_n = 3N$.

Mặt khác, theo định luật Ôm:

$$P_n = U_nI = (\mathscr{E} - rI)I = 24I = 6I^2$$

Như vậy ta có $3N = 24I - 6I^2$

Suy ra phương trình:

$$2I^2 - 8I + N = 0 \qquad (1)$$

để xác định cường độ mạch chính I. Muốn cho phương trình đó có nghiệm phải có:

$$\Delta' \geq 0 \rightarrow 16 - 2N \geq 0$$

hay $N \leq 8$.

Vậy số bóng đèn tối đa là 8 bóng.

Với N = 8 phương trình (1) có nghiệm I = 2 A

Giả sử số bóng đèn đó được mắc thành m dãy, mỗi dãy có n bóng. Biết cường độ định mức của bóng đèn là

$$I_d = \frac{P_d}{U_d} = \frac{3}{6} = 0{,}5 \text{ A}$$

Ta phải có: $I = mI_d$

suy ra $$m = \frac{I}{I_d} = \frac{2}{0{,}5} = 4 \text{ dãy}$$

và $$n = \frac{N}{m} = \frac{8}{4} = 2 \text{ bóng}$$

b) Thay N = 6 vào (1) ta được: $I_1 = 1$A và $I_2 = 3$ A.

– Với $I_1 = 1$A:

$$m = \frac{I_1}{I_d} = 2 \text{ dãy}$$

và $$n = \frac{N}{m} = \frac{6}{2} = 3 \text{ bóng}$$

Công suất nguồn điện là: $P_{\mathscr{E}_1} = \mathscr{E}I_1 = 24$ W và công suất mạch ngoài là: $P = NP_đ = 6.3 = 18$ W

Từ đó hiệu suất nguồn điện là: $H_{\mathscr{E}_1} = \dfrac{P}{P_{\mathscr{E}_1}} = \dfrac{18}{24} = 0.75 = 75\ \%$

– Với $I_2 = 3$ A:

$m = \dfrac{I_2}{I_đ} = 6$ dãy

và $n = \dfrac{N}{m} = \dfrac{6}{6} = 1$ bóng

Công suất nguồn điện là: $P_{\mathscr{E}_2} = \mathscr{E}I_2 = 72$ W

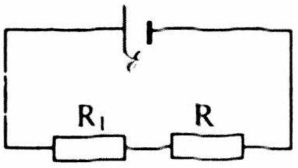
và công suất mạch ngoài là: $P = NP_đ = 18$ W

Từ đó, hiệu suất nguồn điện là: $H_{\mathscr{E}_2} = \dfrac{P}{P_{\mathscr{E}_2}} = \dfrac{18}{72} = 0,25 = 25\ \%$

Như vậy cách mắc 6 bóng thành 3 bóng x 2 dãy lợi hơn.

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 6.4. Cho mạch điện có sơ đồ như Hình 6.4.



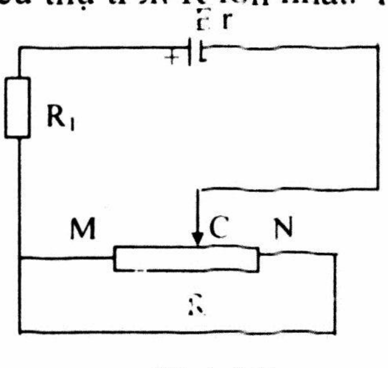
Hình 6.4

Cho biết $\mathscr{E} = 12$ V ; $r = 1,1\ \Omega$; $R_1 = 0,1\ \Omega$.

a) Muốn cho công suất mạch ngoài lớn nhất, R phải có giá trị bằng bao nhiêu?

b) Phải chọn R bằng bao nhiêu để công suất tiêu thụ trên R lớn nhất. Tính công suất lớn nhất đó.

Bài 6.5. Cho mạch điện như hình vẽ. Cho biết $\mathscr{E} = 9$V, $r = 1,5\Omega$, $R_1 = 1\Omega$, MN là thanh kim loại đồng tính tiết diện đều có điện trở $R = 10\Omega$. Hỏi phải đặt con chạy C ở vị trí nào để công suất tiêu thụ trên R cực đại. Tính trị số cực đại của công suất?



Hình 6.5

Bài 6.6. Đoạn mạch nối tiếp AB gồm: điện trở $R = 10\Omega$, động cơ M có điện trở $r' = 1\Omega$ và một điện kế G có điện trở không đáng kể. Cho AB = 110V.

a) Ngăn không cho động cơ quay. Tính cường độ dòng điện qua mạch và hđt giữa 2 cực của động cơ.

b) Để cho động cơ quay, ampe kế chỉ 5A. Tính suất phản điện của động cơ.

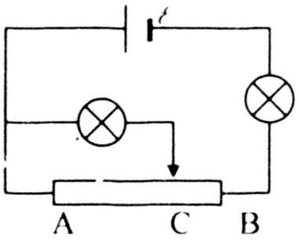
c) Tính hiệu suất của động cơ.

Bài 6.7. Dùng một acquy có sđđ $\mathscr{E} = 12V$ và điện trở trong $r = 4\Omega$, để thắp bóng đèn 6V-6W.

a) Đèn có sáng bình thường không?

b) Muốn cho đèn sáng bình thường, người ta dùng thêm một điện trở R. Hãy vẽ những sơ đồ điện có thể và tính giá trị của điện trở phải mắc thêm trong các sơ đồ đó.

Bài 6.8. Trong mạch điện ở Hình 6.8 nguồn điện $\mathscr{E}$ có sđđ $\mathscr{E} = 18V$ và điện trở trong $r = 2\Omega$. ABC là một biến trở con chạy. Trong mạch có hai đèn: $Đ_1$ (3V - 3W) và $Đ_2$ (6V - 12W). Điện trở của các dây nối không đáng kể. Cả hai bóng đèn đều sáng bình thường.



Hình 6.8

a) Xác định vị trí của từng bóng đèn trong mạch điện.

b) Xác định giá trị của biến trở và vị trí của con chạy C.

c) Hai bóng đèn đang sáng bình thường, nếu dịch chuyển con chạy C về phía đầu B thì độ sáng của mỗi đèn thay đổi thế nào?

Bài 6.9. Dùng một nguồn có s.đ.đ. $\mathscr{E} = 36V$, điện trở trong $r = 2\Omega$ để thắp sáng một số bóng đèn 6V - 3W sao cho các bóng sáng bình thường.

a) Có bao nhiêu cách mắc bóng đèn?

b) Cách mắc nào cho phép thắp sáng nhiều bóng nhất?

c) Cách mắc nào có hiệu suất sử dụng điện lớn nhất? Hiệu suất đó bằng bao nhiêu?

Bài 6.10. Một nguồn điện có công suất không đổi $P_0 = 12kW$ và điện trở trong $r_0 = 2\Omega$, cung cấp điện cho một số bóng đèn giống nhau 120V - 50W mắc song song với nhau. Điện trở của đường dây tải điện là $R = 4\Omega$.

a) Hỏi số bóng đèn chỉ được thay đổi trong phạm vi nào để công suất tiêu thụ thực của mỗi bóng sai khác với công suất định mức của nó không quá 4 %?

b) Khi số bóng đèn thay đổi trong phạm vi đó thì suất điện động của nguồn thay đổi thế nào?

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 6.4. Giải: a) Công suất mạch ngoài lớn nhất khi $R_1 + R = r$, suy ra $R = r - R_1 = 1\ \Omega$.

b) Công suất tiêu thụ trên R:

$$P_R = RI^2 = \left(\frac{\mathscr{E}}{R_1 + r + R}\right)^2 R = \frac{\mathscr{E}}{\left(\sqrt{R} + \frac{R_1 + r}{\sqrt{R}}\right)^2}$$

P_R lớn nhất khi $R = R_1 + r = 1{,}2\ \Omega$

$$P_{Rmax} = \frac{\mathscr{E}^2}{4R} = 30\ \text{W}.$$

Bài 6.5. Giải: Gọi x là điện trở của đoạn MC

10 – x là điện trở của đoạn CN

Hai đầu M và N nối tắt với nhau nên điện trở của đoạn mạch MCN coi như gồm 2 điện trở x và 10 – x mắc song song.

Điện trở của đoạn mạch MCN là:

$$R' = \frac{x(10-x)}{x+10-x} = \frac{x(10-x)}{10}$$

Cường độ dòng điện chính:

$$I = \frac{\mathscr{E}}{R' + R_1 + r} = \frac{9}{R' + 2{,}5}\ \text{(A)}$$

Công suất tiêu hao trên R tức là công suất tiêu hao trên R'

Ta có: $$P' = R'I^2 = R'\frac{9^2}{(R'+2{,}5)^2} = \frac{81\,.\,R'}{(R'+2{,}5)^2}$$

hay $$P' = \frac{81}{\left(\sqrt{R'} + \frac{2{,}5}{\sqrt{R'}}\right)^2}$$

Dễ dàng suy ra P'_{max} khi $\sqrt{R'} = \frac{2{,}5}{\sqrt{R'}}$ $R' = 2{,}5\Omega$

Ta có $$R' = 2{,}5 = \frac{x(10-x)}{10} \Rightarrow x^2 - 10 + 25 = 0$$

Nghiệm của phương trình (1) là $x = 5\Omega$

Ta có $$\frac{x}{R} = \frac{MC}{MN} \Rightarrow \frac{MC}{MN} = \frac{1}{2} \Rightarrow MC = \frac{1}{2}MN$$

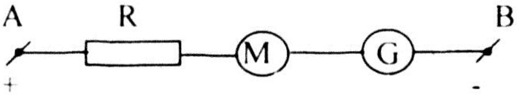
Vậy phải đặt con chạy C tại trung điểm của MN để công suất tiêu thụ trên R cực đại.

Trị số cực đại $$P'_{max} = \frac{81R'}{(R'+2{,}5)^2}$$ với $R' = 2{,}5\Omega$

Vậy $P'_{max} = 8{,}1\text{W}$

Bài 6.6. Giải: a) Khi ngăn không cho động cơ quay thì động cơ coi như điện trở r'. Do đó cường độ dòng điện qua mạch là:

$$I_1 = \frac{U_{AB}}{R + r'} = \frac{110}{10 + 1} = 10A$$



Hình.66

Hiệu điện thế giữa 2 cực của động cơ:

$$U_1 = r'I_1 = 10V$$

b) Hiệu điện thế giữa 2 cực của động cơ khi động cơ quay là:

$$U_2 = U_{AB} - RI_2 = 110 - 10,5 = 60V$$

Ta có: $U_2 = \mathscr{E} + rI_2 \quad \Rightarrow \mathscr{E} = U_2 - rI_2 = 60 - 5 = 55V$

Vậy suất phản điện của động cơ là $\mathscr{E} = 55V$

c) Hiệu suất của động cơ: $h = \frac{\mathscr{E}}{U_2} = \frac{55}{60} \approx 91.7\ \%$

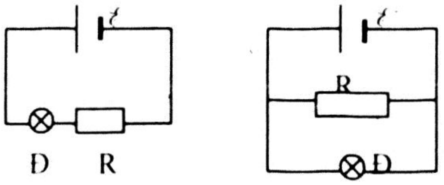
Bài 6.7. Giải: a) Điện trở của đèn:

$$R_d = \frac{U_d^2}{P_d} = 6\Omega$$

Hiệu điện thế thực giữa hai đầu bóng đèn:

$$U = \frac{\mathscr{E}}{r + R_d}.R_d = 7,2V$$

Đèn sẽ sáng quá mức bình thường.



a) b)

Hình 6.7

b) Có 2 sơ đồ như hình 2.78a và b.

Cường độ dòng điện định mức của đèn:

$$I_d = \frac{P_d}{U_d} = 1A$$

Xét sơ đồ hình 6.7a.

Hiệu điện thế mạch ngoài của nguồn: $U_n = \mathscr{E} - I_d r = 8V$

Hiệu điện thế ở hai đầu điện trở: $U_R = U_n - U_d = 2V$

Giá trị của R: $R = \frac{U_R}{I_d} = 2\Omega$

Xét sơ đồ hình 6.7b. Cường độ dòng điện mạch chính:

$$I = \frac{\mathscr{E} - U_d}{r} = 1,5A$$

Cường độ dòng điện qua R: $I_R = I - I_d = 0,5A$

Giá trị điện trở R: $R = \frac{U_d}{I_R} = 12\Omega$

Bài 6.8. Giải: a) Gọi I_1 và I_2 là cường độ dòng điện qua các bóng đèn $Đ_1$ và $Đ_2$.

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = 1A \text{ và } I_2 = \frac{P_2}{U_2} = 2A$$

Như vậy đèn $Đ_2$ phải nằm ở mạch chính, còn đèn $Đ_1$ phải nằm ở mạch rẽ.

b) Ta có: $U_{CB} = \mathscr{E} - U_1 - U_2 - I_1 r = 5V$

$$R_{CB} = \frac{U_{CB}}{I_2} = 2,5\ \Omega$$

Cường độ dòng điện qua nhánh AC: $I_{AC} = I_2 - I_1 = 1A$

$$R_{AC} = \frac{U_1}{I_{AC}} = 3\Omega$$

Do đó $R_{AB} = R_{AC} + R_{BC} = 5,5\ \Omega$

và $\frac{AC}{AB} = \frac{R_{AC}}{R_{AB}} = \frac{3}{5,5} = \frac{6}{11}$; con chạy C ở vị trí 6/11 của biến trở AB, kể từ đầu A.

c) Điện trở của các bóng đèn $Đ_1$ và $Đ_2$ là:

$$R_1 = \frac{U_1^2}{P_1} = 3\ \Omega \text{ và } R_2 = \frac{U_2^2}{P_2} = 3\ \Omega$$

Gọi x là điện trở của đoạn AC và I là cường độ dòng điện mạch chính, ta có:

$$I = \frac{\mathscr{E}}{r + R_2 + 5,5 - x + \dfrac{xR_1}{x + R_1}}$$

$$I = \frac{12}{10,5 - \dfrac{x^2}{3 + x}}$$

Ta viết I dưới dạng sau để dễ nhận biết:

$$I = \frac{12}{10,5 - \dfrac{1}{\dfrac{3}{x^2} + \dfrac{1}{x}}} \quad \text{với } 3\ \Omega \le x \le 5,5\ \Omega$$

Rõ ràng là khi dịch chuyển con chạy C về phía B thì x tăng và I tăng. Đèn $Đ_2$ sẽ sáng lên.

Mặt khác khi x tăng thì điện trở tương đương của đoạn AC cũng tăng và hiệu điện thế $U_{AC} = IR_{tđAC}$ cũng sẽ tăng, do đó, đèn $Đ_1$ cũng sáng lên.

Bài 6.9. Giải:

a) Mắc nối tiếp x bóng đèn thành hàng và mắc song song y hàng giống nhau thành bộ đèn.

Cường độ dòng điện định mức qua mỗi đèn: $I_đ = \frac{P_đ}{U_đ} = 0,5A$

Cường độ dòng điện mạch chính: $I = yI_đ = 0,5y$.

Áp dụng định luật Ôm trong toàn mạch: $\mathscr{E} = U + Ir$

Ta có phương trình vô định về x và y:

$36 = 6x + y$ với x, y nguyên, dương, khác 0.

Phương trình này có 5 bộ nghiệm ứng với 5 cách mắc bộ đèn sau:

x: 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5

y: 30 ; 24 ; 18 ; 12 ; 6

b) Mắc song song 18 hàng, mỗi hàng có 3 bóng mắc nối tiếp ta sẽ thắp sáng bình thường được nhiều bóng nhất (54 bóng).

c) Hiệu suất của mạch điện là: $H = \frac{xyP_đ}{\mathscr{E}I} = \frac{3xy}{18y} = \frac{x}{6}$

Cách mắc có số bóng trong hàng (x) lớn nhất sẽ có hiệu suất lớn nhất:

$x_{max} = 5$.

$H_{max} = \frac{5}{6} = 0,83$

Bài 6.10. Giải:

a) Gọi P là công suất tiêu thụ thực của mỗi bóng đèn và $P_đ$ là công suất định mức của nó. Ta có yêu cầu:

$$0,96\ P_đ \le P \le 1,04\ P_đ$$

hay $48W \le P \le 52W$

Điện trở của mỗi bóng đèn coi như không đổi: $R_đ = \frac{U_đ^2}{P_đ} = 288\Omega$

Cường độ dòng điện qua mỗi bóng đèn trong hai trường hợp trên:

$$i_1 = \sqrt{\frac{P_1}{R}} = \sqrt{\frac{48}{288}} = \frac{\sqrt{6}}{6} A$$

$$i_2 = \sqrt{\frac{P_2}{R}} = \sqrt{\frac{52}{288}} = \frac{\sqrt{6,5}}{6} A$$

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ta có:

$$P_c = (r_0 + R)I^2 + nP$$

với $P = 48W$, $I = ni_1 = \frac{\sqrt{6}}{6} n$, ta có phương trình:

$$n^2 + 48n - 12000 = 0$$

Ta chỉ lấy nghiệm dương $n_1 = 88,1$

Với P = 52W, $I = ni_1 = \frac{\sqrt{6,5}}{6}n$, ta có phương trình:

$$6{,}5n^2 + 312n - 72000 = 0$$

Ta cũng chỉ lấy nghiệm dương: $n_2 = 83{,}9$.

Như vậy n chỉ được biến thiên trong phạm vi:

$$84 \text{ bóng} \le n \le 88 \text{ bóng}$$

b) Với n = 84 bóng. Điện trở của bộ đèn:

$$R_{bộ} = \frac{R_đ}{84} = \frac{288}{84} = \frac{24}{7}\,\Omega$$

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng:

$$P_o = (r_o + R + R_{bộ})I^2$$

Thay số ta được: $I = \sqrt{\frac{1400}{11}}$ A

Lúc đó, suất điện động của nguồn là:

$$\mathscr{E} = \frac{P_o}{I} = \sqrt{11,31}\,.10^2\ \text{V}$$

$$\mathscr{E} \approx 335\ \text{V}$$

Tương tự như trên, với n = 88 bóng:

$$I = \sqrt{\frac{22.10^3}{17}}\ \text{A}$$

$$\mathscr{E} = \sqrt{11,31}\,.10^2\text{V} \approx 333\text{V}$$

Vậy khi n biến thiên trong khoảng $84 \le n \le 88$ thì $\mathscr{E}$ biến thiên tron khoảng $335\text{V} \ge \mathscr{E} \ge 333\text{V}$.

C. CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

1. Chọn câu trả lời **đúng**

Dấu hiệu tổng quát nhất để nhận biết có dòng điện là:

A. tác dụng hóa.

B. tác dụng từ.

C. tác dụng nhiệt.

D. tác dụng sinh lí.

2. Chọn câu trả lời **đúng**

Dòng điện chạy qua mạch nào dưới đây *không phải* là dòng đện không đổi?

A. Trong mạch điện thắp sáng đèn của xe đạp với nguồn điện là đinamô.

B. Trong mạch điện kín của đèn pin.

C. Trong mạch điện kín thắp sáng đèn với nguồn điện là acquy.

D. Trong mạch điện kín thắp sáng đèn với nguồn điện là pin mặt trời.

3. Chọn câu trả lời **đúng**

Điều kiện để có dòng điện là:

A. chỉ cần có các vật dẫn điện nối liền với nhau tạo thành mạch điện kín.

B. chỉ cần duy trì một hiệu điện thế giữa hai đầu vật dẫn.

C. chỉ cần có hiệu điện thế.

D. chỉ cần có nguồn điện.

4. Chọn câu trả lời **đúng**

Cường độ dòng điện qua một dây dẫn:

A. Tỉ lệ thuận với hiệu điện thế hai đầu dây.

B. Tỉ lệ nghịch với hiệu điện thế hai đầu dây.

C. Không phụ thuộc vào hiệu điện thế hai đầu dây.

D. Cả A, B, C đều sai.

5. Chọn câu trả lời **đúng**

Cường độ dòng điện không đổi được tính bởi công thức:

A. $I = \frac{q^2}{t}$ B. $I = qt$ C. $I = q^2t$ D. $I = \frac{q}{t}$

6. Chọn câu trả lời **đúng**

Hiệu điện thế giữa hai đầu một dây dẫn tăng lên 2 lần, điện trở dây giảm 3 lần thì cường độ dòng điện qua dây dẫn đó:

A. tăng lên 3 lần. B. tăng lên 6 lần.

C. giảm đi 6 lần. D. giảm đi 3 lần.

7. Chọn câu trả lời **đúng**

Khi sử dụng Ampe kế và vôn kế ta phải:

A. mắc Ampe kế nối tiếp vào đoạn mạch cần đo.

B. mắc Vôn kế song song vào đoạn mạch cần đo.

C. điện trở của Vôn kế phải rất lớn, của Ampe kế phải rất nhỏ.

D. cả ba yêu cầu trên.

8. Chọn câu trả lời ***sai***

Trong mạch gồm các điện trở $R_1, R_2, \ldots R_n$ được mắc nối tiếp:

A. Cường độ dòng điện: $I_{AB} = I_1 = I_2 = \ldots = I_n$

B. Hiệu điện thế: $U_{AB} = U_1 + U_2 + \ldots + U_n$

C. Điện trở tương đương: $R_{AB} = R_1 + R_2 + \ldots + R_n$

D. Cả A, B, C đều sai.

9. Chọn câu trả lời **đúng**

Trong mạch gồm các điện trở R_1, R_2,... R_n được mắc song song:

A. Cường độ dòng điện: $I_{AB} = I_1 = I_2 = ... = I_n$

B. Hiệu điện thế: $U_{AB} = U_1 + U_2 + ... + U_n$

C. Điện trở: $\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ... + \frac{1}{R_n}$

D. Ca A, B, C đều đúng.

10. Dòng điện là gì?

A. Dòng điện là sự dịch chuyển của điện tích.

B. Dòng điện là dòng các điện tích dịch chuyển có hướng.

C. Dòng điện là dòng các êlectron tự do dịch chuyển có hướng.

D. Dòng điện là dòng các các ion dương và âm dịch chuyển có hướng

11. Chiều của dòng điện được xác định như thế nào?

A. Chiều quy ước của dòng điện là chiều dịch chuyển của các êlectron.

B. Chiều quy ước của dòng điện là chiều dịch chuyển của các ion.

C. Chiều quy ước của dòng điện xác định theo quy tắc bàn tay trái

D. Chiều quy ước của dòng điện là chiều dịch chuyển của các điện tích dương.

12. Tác dụng đặc trưng nhất của điện trở thuần trong mạch là tác dụng gì?

A. Tác dụng nhiệt.

B. Tác dụng hóa học.

C. Tác dụng từ.

D. Tác dụng cơ học.

13. Dòng điện không đổi là:

A. Dòng điện có chiều không thay đổi theo thời gian .

B. Dòng điện có cường độ không thay đổi theo thời gian.

C. Dòng điện có điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn không thay đổi theo thời gian.

D. Dòng điện có chiều và cường độ không thay đổi theo thời gian.

14. Tìm định nghĩa **đúng** của suất điện động của nguồn điện:

A. Suất điện động của nguồn điện là đại lượng đo bằng công của lực lạ tác dụng lên điện tích dương q.

B. Suất điện động của nguồn điện là đại lượng đo bằng thương số giữa công và lực lạ tác dụng lên điện tích dương q.

C. Suất điện động của nguồn điện là đại lượng đo bằng thương số của lực lạ tác dụng lên điện tích dương q và độ lớn điện tích ấy.

D. Suất điện động của nguồn điện là đại lượng đo bằng thương số của công của lực lạ làm dịch chuyển điện tích dương q bên trong nguồn từ cực âm đến cực dương và độ lớn điện tích đó.

15. Hiệu điện thế điện hóa xuất hiện khi:

A. Nhúng một thanh đồng vào nước.

B. Nhúng một thanh kim loại vào một dung dịch.

C. Nhúng một thanh thủy tinh vào dung dịch axít.

D. Nhúng một thanh kim loại vào dung dịch điện phân.

16. Pin hóa học hoạt động dựa vào:

A. Hiệu điện thế điện hóa giữa dung dịch điện phân và kim loại.

B. Độ chênh lệch hiệu điện thế điện hóa giữa dung dịch điện phân và hai kim loại

C. Độ chênh lệch điện thế điện hóa giữa dung dịch điện phân và kim loại

D. Hiệu điện thế điện hóa giữa dung dịch điện phân và các kim loại

17. Acquy hoạt động dựa vào:

A. Phản ứng hóa học thuận nghịch.

B. Độ chênh lệch hiệu điện thế điện hóa giữa dung dịch điện phân và hai kim loại

C. Độ chênh lệch điện thế điện hóa giữa dung dịch điện phân và kim loại

D. Hiệu điện thế điện hóa giữa dung dịch điện phân và kim loại.

18. Biểu thức nào sau đây không rút ra từ định luật Ôm cho một đoạn mạch

A. $I = \frac{U}{R}$; B. $U = I.R$; C. $R = \rho\frac{l}{S}$; D. $R = \frac{U}{I}$.

19. Chọn câu trả lời ***sai***

Các thiết bị điện có thể mắc:

A. song song với nhau khi chúng có hiệu điện thế định mức bằng nhau và bằng hiệu điện thế của nguồn.

B. song song với nhau khi chúng có cường độ định mức bằng nhau và hiệu điện thế định mức bằng nhau và bằng hiệu điện thế của nguồn.

C. mối tiếp với nhau khi chúng có hiệu điện thế định mức bằng nhau và bằng hiệu điện thế của nguồn.

D. mối tiếp với nhau khi chúng có cường độ định mức bằng nhau.

20. Chọn câu trả lời **đúng**

Công suất định mức của các dụng cụ điện là:

A. công suất lớn nhất mà dụng cụ đó có thể đạt được.

B. công suất tối thiểu mà dụng cụ đó có thể đạt được.

C. công suất mà dụng cụ đó có thể đạt được khi nó hoạt động bình thường.

D. cả A,B,C đều sai.

21. Chọn câu phát biểu ***sai***

A. 1 W = 1V. 1A

B. Oát (W) là công suất.

C. Oát là đơn vị đo công suất.

D. $1\ W = \frac{1J}{1s}$.

22. Câu phát biểu nào dưới đây là ***không đúng?***

Nhiệt lượng tỏa ra ở dây dẫn khi có dòng điện chạy qua:

A. tỉ lệ thuận với cường độ dòng điện, điện trở của dây dẫn và với thời gian dòng điện chạy qua.

B. tỉ lệ thuận với bình phương cường độ dòng điện, với điện trở của dây dẫn và với thời gian dòng điện chạy qua.

C. tỉ lệ thuận với bình phương hiệu điện thế giữa hai đầu dây dẫn, với thời gian dòng điện chạy qua và tỉ lệ nghịch với điện trở của dây dẫn.

D. tỉ lệ thuận với hiệu điện thế giữa hai đầu dây dẫn. với cường độ dòng điện và với thời gian dòng điện chạy qua.

23. Định luật Jun – Len–xơ cho biết điện năng biến đổi thành:

A. cơ năng

B. năng lượng ánh sáng

C. hóa năng

D. nhiệt năng

24. Chọn câu trả lời **đúng**

Điện năng biến đổi hoàn toàn thành nhiệt năng ở dụng cụ hay thiết bị nào dưới đây khi chúng hoạt động?

A. bóng đèn dây tóc.

B. quạt điện.

C. ấm điện

D. ắcqui đang được nạp điện.

25. Chọn câu trả lời **đúng**

Đặt vào hai đầu điện trở R một hiệu điện thế U thì dòng điện chạy qua có cường độ I. Công suất tỏa nhiệt ở điện trở này không thể tính bằng công thức:

A. $P_{nh} = IR^2$

B. $P_{nh} = UI$

C. $P_{nh} = UI^2$

D. $P_{nh} = \frac{U^2}{R}$.

26. Chọn câu trả lời **đúng**

Suất điện động của nguồn điện là đại lượng đặc trưng cho:

A. khả năng tạo ra điện tích dương trong 1 s.

B. khả năng tạo ra điện tích trong 1 s.

C. khả năng thực hiện công của nguồn điện trong 1 s.

D. khả năng thực hiện công của nguồn điện khi di chuyển một đơn vị điện tích dương ngược chiều điện trường bên trong nguồn điện.

27. Chọn câu trả lời **đúng**

Công của nguồn điện không thể tính bằng:

A. công của lực lạ thực hiện bên trong nguồn điện.

B. công của lực điện trường thực hiện khi di chuyển một đơn vị điện tích dương trong toàn mạch.

C. công của dòng điện chạy trong toàn mạch.

D. công của lực điện trường thực hiện khi di chuyển các điện tích trong toàn mạch.

28. Chọn câu trả lời **đúng**

Các lực lạ bên trong nguồn điện không có tác dụng

A. tạo ra và duy trì hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện.

B. tạo ra và duy trì sự tích điện khác nhau ở hai cực của nguồn điện.

C. tạo ra các điện tích mới cho nguồn điện.

D. làm các điện tích dương dịch chuyển ngược chiều điện trường bên trong nguồn điện.

29. Chọn câu trả lời **đúng**

Đơn vị đo suất điện động là:

A. ampe (A)
B. vôn (V)
C. culông (C)
D. oat (W)

30. Chọn câu trả lời **đúng**

Trường hợp hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện bằng suất điện động của nó:

A. điện trở trong của nguồn nhỏ.
B. mạch ngoài hở.
C. điện trở mạch ngoài rất lớn.
D. Cả A, B, C đều đúng.

31. Chọn câu trả lời **đúng**

Công suất của nguồn điện được xác định bằng:

A. lượng điện tích mà nguồn điện sinh ra trong một giây.

B. công mà lực lạ thực hiện khi dịch chuyển một đơn vị điện tích dương ngược chiều điện trường bên trong nguồn điện.

C. công của dòng điện chạy trong mạch điện kín sinh ra trong một giây.

D. công của dòng điện thực hiện khi dịch chuyển một đơn vị điện tích dương chạy trong mạch kín.

32. Chọn câu trả lời **đúng**

Điểm khác nhau chủ yếu giữa acquy và pin Vôn–ta là:

A. Sử dụng dung dịch điện phân khác nhau.

B. Chất dùng làm hai cực khác nhau.

C. Phản ứng hóa học ở trong acquy có thể xảy ra thuận nghịch.

D. Sự tích điện khác nhau ở hai cực.

33. Chọn câu trả lời **đúng**

Một đoạn mạch có chứa nguồn điện khi:

A. nguồn điện đó tạo ra các điện tích dương và đẩy các điện tích này đi khỏi cực dương của nó.

B. dòng điện chạy qua nó có chiều đi vào cực âm và đi ra từ cực dương.

C. nguồn điện đó tạo ra các điện tích âm và đẩy các điện tích này đi khỏi cực âm của nó.

D. dòng điện chạy qua nó có chiều đi vào cực dương và đi ra từ cực âm.

34. Chọn câu trả lời **đúng**

Đối với mạch điện kín gồm nguồn điện với mạch ngoài là điện trở thì hiệu điện thế mạch ngoài:

A. tỉ lệ thuận với cường độ dòng điện chạy trong mạch.

B. tăng khi cường độ dòng điện chạy trong mạch tăng.

C. giảm khi cường độ dòng điện chạy trong mạch giảm.

D. tỉ lệ nghịch với cường độ dòng điện chạy trong mạch.

35 Định luật Ôm cho đoạn mạch chứa nguồn điện và cho đoạn mạch chứa máy thu điện được thiết lập dựa vào:

A. định luật bảo toàn động lượng và định luật Jun – Len–xơ.

B. các kết quả thực nghiệm.

C. định luật bảo toàn năng lượng và định luật Ôm cho đoạn mạch.

D. định luật bảo toàn năng lượng và định luật Jun – Len–xơ.

36. Công thức nào là của định luật Ôm cho mạch điện kín gồm một nguồn điện và điện trở ngoài.

A. $I = \dfrac{\mathscr{E}}{R + r}$; B. $U_{AB} = \mathscr{E} - Ir$,

C. $U_{AB} = \mathscr{E}' + Ir$; D. $U_{AB} = I_{AB}.(R + r) - \mathscr{E}$.

37. Công thức nào là của định luật Ôm tổng quát cho các loại đoạn mạch điện.

A. $U_{AB} = \mathscr{E}' + Ir$; B. $U_{AB} = \mathscr{E} - Ir$;

C. $I = \dfrac{\mathscr{E}}{R + r}$; D. $U_{AB} = I_{AB}.(R + r) - \mathscr{E}$.

38. Công thức nào là của định luật Ôm cho mạch điện chứa một máy thu điện.

A. $I = \dfrac{\mathscr{E}}{R + r}$;

B. $U_{AB} = \mathscr{E} - Ir$;

C. $U_{AB} = I_{AB}.(R + r) - \mathscr{E}$;

D. $U_{AB} = \mathscr{E}' + Ir$.

39. Chọn câu **đúng**

Khi một tải R được nối vào nguồn, với $\mathscr{E}$ là suất điện động của nguồn, I là cường độ dòng điện, r là điện trở trong của nguồn, R là điện trở ngoài, P_R là công suất trên tải, công suất mạch ngoài cực đại thì:

A. $IR = \mathscr{E}$.

C. $P_R = \mathscr{E}.I$.

B. $r = R$.

D. $I = \dfrac{\mathscr{E}}{r}$.

40. Chọn câu **đúng.**

Nếu $\mathscr{E}$ là suất điện động của nguồn điện và I_s là dòng ngắn mạch khi hai cực của nguồn được nối với nhau bằng một vật dẫn không có điện trở. Điện trở trong của nguồn được tính:

A. $r_1 = \dfrac{\mathscr{E}}{2I_s}$

B. $r_1 = \dfrac{2\mathscr{E}}{I_s}$

C. $r_1 = \dfrac{\mathscr{E}}{I_s}$

D. $r_1 = \dfrac{I_s}{\mathscr{E}}$.

ĐÁP ÁN VÀ HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI

1. Trả lời: Chọn B.

2. Trả lời: Chọn A.

3. Trả lời: Chọn B.

4. Trả lời: Chọn D.

Theo kết quả thực nghiệm: Cường độ dòng điện qua một dây dẫn tỉ lệ thuận với hiệu điện thế hai đầu dây.

5. Trả lời: Chọn D.

6. Trả lời: Chọn B.

7. Trả lời: Chọn D.

8. Trả lời: Chọn D.

Trong mạch gồm các điện trở R_1, R_2,... R_n mắc nối tiếp:

– Cường độ dòng điện: $I_{AB} = I_1 = I_2 = ... = I_n$

– Hiệu điện thế: $U_{AB} = U_1 + U_2 + ... + U_n$

– Điện trở tương đương: $\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ... + \frac{1}{R_n}$

⇒ Câu trả lời sai: D

9. Trả lời: Chọn C.

Trong mạch gồm các điện trở R_1, R_2,... R_n mắc song song:

Điện trở : $\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ... + \frac{1}{R_n}$

10. Trả lời: Chọn B.

11. Trả lời: Chọn D.

12. Trả lời: Chọn A. Tác dụng nhiệt.

13. Trả lời: Chọn D.

14. Trả lời: Chọn D.

15. Trả lời: Chọn D.

16. Trả lời: Chọn B.

17. Trả lời: Chọn A.

18. Trả lời: Chọn C.

19. Trả lời: Chọn C.

Các thiết bị điện có thể mắc:

– Song song với nhau khi chúng có hiệu điện thế định mức bằng nhau và bằng hiệu điện thế của nguồn.

– Song song với nhau khi chúng có cường độ định mức bằng nhau và hiệu điện thế định mức bằng nhau và bằng hiệu điện thế của nguồn.

– Nối tiếp với nhau khi chúng có cường độ định mức bằng nhau.

⇒ Câu trả lời sai: C.

20. Trả lời: Chọn C.

Công suất định mức của các dụng cụ điện là: Công suất mà dụng cụ đó có thể đạt được khi nó hoạt động bình thường.

21. Trả lời: Chọn B.

22. Trả lời: Chọn A.

Từ công thức: $Q = RI^2t = \frac{U^2}{R}t = UIt$

Nhiệt lượng tỏa ra ở dây dẫn khi có dòng điện chạy qua:

- Tỉ lệ thuận với bình phương cường độ dòng điện, với điện trở của dây dẫn và với thời gian dòng điện chạy qua.
- Tỉ lệ thuận với bình phương hiệu điện thế giữa hai đầu dây dẫn, với thời gian dòng điện chạy qua và tỉ lệ nghịch với điện trở của dây dẫn.

- Tỉ lệ thuận với hiệu điện thế giữa hai đầu dây dẫn, với cường độ dòng điện và với thời gian dòng điện chạy qua.

⇒ Câu phát biểu sai: A

23. Trả lời: Chọn D.

24. Trả lời: Chọn C.

25. Trả lời: Chọn C.

26. Trả lời: Chọn D.

Suất điện động của nguồn điện được tính bởi công thức: $\mathscr{E} = \dfrac{A}{q}$

Khi $q = 1$ C thì $\mathscr{E} = A$. Vậy khi di chuyển một đơn vị điện tích dương ngược chiều điện trường bên trong nguồn điện thì nguồn thực hiện công $A = \mathscr{E}$.

27. Trả lời: Chọn B.

28. Trả lời: Chọn C.

29. Trả lời: Chọn B.

30. Trả lời: Chọn D.

31. Trả lời: Chọn C.

32. Trả lời: Chọn C.

33. Trả lời: Chọn B.

34. Trả lời: Chọn C.

Đối với mạch điện kín gồm nguồn điện với mạch ngoài là điện trở thì hiệu điện thế mạch ngoài được tính bởi công thức:

$$U = RI = \mathscr{E} - rI$$

Trong đó: R là điện trở mạch ngoài = const; $\mathscr{E}$ là suất điện động của nguồn = const; r là điện trở trong của nguồn = const.

Vậy khi I tăng thì U giảm.

35. Trả lời: Chọn B.

36. Trả lời: Chọn A

37. Trả lời: Chọn D.

38. Trả lời: Chọn D.

39. Trả lời: Chọn B.

40. Trả lời: Chọn C.

Chương III.

DÒNG ĐIỆN TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG

A. TÓM TẮT KIẾN THỨC CƠ BẢN

I. DÒNG ĐIỆN TRONG KIM LOẠI

1. Tính chất điện của kim loại:

+ Kim loại là chất dẫn điện tốt. Điện trở suất ρ của kim loại rất nhỏ

+ Dòng điện trong kim loại tuân theo định luật Ôm. $I = \frac{U}{R}$ (1)

+ Dòng điện chạy qua kim loại gây ra tác dụng nhiệt.

+ Điện trở suất phụ thuộc nhiệt độ $\rho = \rho_0\{1 + \alpha(t - t_0)\}$ (2)

2. Bản chất dòng điện trong kim loại

+ Khi ta đặt vào hai đầu vật dẫn kim loại một hiệu điện thế, thì do chịu tác dụng của lực điện trường, các êlectron tự do chuyển động có hướng, ngược với chiều điện trường, nhưng vẫn chuyển động nhiệt hỗn loạn. Do đó, có sự dịch chuyển có hướng của các hạt tải điện, nghĩa là có dòng điện chạy trong kim loại.

Dòng điện trong kim loại là dòng dịch chuyển có hướng của các êlectron tự do ngược chiều điện trường.

3. Suất nhiệt điện động

Hiện tượng tạo thành suất điện động nhiệt điện trong một mạch điện kín gồm hai vật dẫn khác nhau khi giữ hai mối hàn ở hai nhiệt độ khác nhau là hiện tượng nhiệt điện.

Dòng nhiệt điện được tạo ra bởi suất nhiệt điện động $\mathscr{E}_{nd}$. Khi hiệu nhiệt độ $T_1 - T_2$ giữa hai mối hàn không lớn, ta có công thức thực nghiệm:

$$\boxed{\mathscr{E} = \alpha_T(T_1 - T_2)} \quad (3)$$

với α_T là hệ số nhiệt động phụ thuộc vào vật liệu làm cặp kim loại.

II. DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT ĐIỆN PHÂN

1. Dòng điện trong chất điện phân

Các dung dịch muối, axit, bazơ được gọi là các chất điện phân. Các muối nóng chảy cũng là chất điện phân.

2. Bản chất dòng điện trong chất điện phân

- Theo thuyết điện li, khi muối, axit, bazơ được hòa tan vào nước, chúng dễ dàng tách ra thành các ion trái dấu.

- Khi ta đặt một hiệu điện thế vào hai điện cực, trong bình điện phân có một điện trường, thì các ion có thêm chuyển động có hướng theo phương của điện trường (ngoài chuyển động nhiệt hỗn loạn). Chuyển động có hướng đó của các ion tạo nên dòng điện trong bình điện phân.

Dòng điện trong chất điện phân là dòng dịch chuyển có hướng của các ion dương theo chiều điện trường và các ion âm ngược chiều điện trường.

3. Phản ứng phụ trong chất điện phân

Các ion âm dịch chuyển đến anôt, nhường êlectron cho anôt, còn các ion dương đến catôt nhận êlectron từ catôt. Các ion đó trở thành nguyên tử hay phân tử trung hòa, có thể bám vào điện cực, hoặc bay lên dưới dạng khí. Chúng cũng có thể tác dụng với điện cực và dung môi, gây ra các phản ứng hóa học. Các phản ứng hóa học này gọi là *phản ứng phụ* hay *phản ứng thứ cấp*.

4. Hiện tượng cực dương tan

a) *Hiện tượng*

Hiện tượng cực dương tan xảy ra khi điện phân một dung dịch muối kim loại mà anôt làm bằng chính kim loại ấy. Anôt (dương cực) tan dần đi, còn catốt có một lớp kim loại ấy bám vào.

b) *Định luật Ôm đối với chất điện phân*

Khi có hiện tượng cực dương tan, dòng điện trong chất điện phân tuân theo định luật Ôm giống như đối với đoạn mạch chỉ có điện trở thuần.

5. Định luật Pha-ra-đây về điện phân

a. Định luật I Pha-ra-đây

Khối lượng m của chất được giải phóng ra ở điện cực tỉ lệ với điện lượng Q chạy qua bình đó: $m = kQ$ (4)

K gọi là đương lượng điện hóa, phụ thuộc bản chất của các chất được giải phóng. Đơn vị đo là kg/C.

b. Định luật II Pha-ra-đây

Đương lượng điện hóa của một nguyên tố tỉ lệ với đương lượng gam $\frac{A}{n}$ *của nguyên tố:* $k = c\frac{A}{n}$ (5)

Trong công thức này A là nguyên tử khối, n là hóa trị của chất đó, hệ số tỉ lệ c có cùng một giá trị đối với tất cả các chất. Người ta thường kí hiệu

$F = \frac{1}{c}$, trong đó F cũng là một hằng số chung đối với mọi chất và gọi là *số Fa-ra-đây*. Trị số của số Fa-ra-đây: $F = 9{,}65.10^7$ C/kmol.

c. Công thức Pha-ra-đây về điện phân

$$m = \frac{1}{F}\frac{A}{n}q \qquad (6)$$

hay

$$m = \frac{1}{F}\frac{A}{n}It \qquad (7)$$

với I là cường độ dòng điện không đổi đi qua bình điện phân và t là thời gian dòng điện chạy qua bình.

III. DÒNG ĐIỆN TRONG CHÂN KHÔNG

1. Dòng điện trong chân không

Chân không lí tưởng là một môi trường trong đó không có một phân tử khí nào. Trong thực tế, khi ta làm giảm áp suất chất khí trong ống đến mức (khoảng dưới 0,0001 mmHg) để phân tử khí có thể chuyển động từ thành nọ sang thành kia của ống mà không va chạm với các phân tử khác thì ta nói rằng trong ống là *chân không*.

2. Bản chất dòng điện trong chân không

Dòng điện trong chân không là dòng dịch chuyển có hướng của các êlectron bứt ra từ catôt bị nung nóng. Dòng điện chạy trong chân không chỉ theo một chiều từ anôt sang catôt.

3. Tia catốt

Các chùm tia êlectron phát ra từ ca tốt bay trong chân không gọi là tia ca tốt.

Tính chất của tia catôt

– Tia catôt (và nói chung là chùm êlectron có vận tốc lớn) có các tính chất sau đây:

– Tia catôt truyền thẳng.

– Tia catôt phát ra vuông góc với mặt catôt.

– Tia catôt mang năng lượng.

– Tia catôt có thể đâm xuyên các lá kim loại mỏng (có chiều dày từ 0,003 ÷ 0,03mm), có tác dụng lên kính ảnh và có khả năng ion hóa không khí.

– Tia catôt làm phát quang một số chất khi đập vào chúng.

– Tia catôt bị lệch trong điện trường, từ trường.

– *Tia catôt* và nói chung là chùm êlectron có vận tốc lớn, khi đập vào các vật có nguyên tử lượng lớn (như platin), bị hãm lại và làm phát ra *tia Rơn–ghen.*

+ Tia catôt bị lệch đi trong điện trường, từ trường, khả năng kích thích phát quang một số chất, đã được ứng dụng trong ống phóng điện tử. Đó là bộ phận quan trọng của máy thu hình, dao động kí điện tử, màn hình máy tính...

IV. DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT KHÍ

1. Bản chất dòng điện trong chất khí

Trong những điều kiện bình thường, chất khí hầu như chỉ gồm những nguyên tử hay phân tử trung hòa về điện. Vì vậy chất khí là điện môi.

- Khi đốt nóng chất khí, hoặc dùng các loại bức xạ, như tia tử ngoại, tia Rơn-ghen tác động vào môi trường khí, thì một số nguyên tử hoặc phân tử khí mất bớt êlectron và trở thành ion dương. Hiện tượng này gọi là *sự ion hóa chất khí*. Những tác động bên ngoài gây nên sự ion hóa chất khí gọi là *tác nhân ion hóa*.
- Đặt một hiệu điện thế vào khối khí đã bị ion hóa, thì các êlectron và ion chuyển động có hướng (do tác dụng của điện trường, nhưng chúng vẫn chuyển động nhiệt hỗn độn): các êlectron và các ion âm chuyển động về phía cực dương (anôt), còn các ion dương chuyển động về phía cực âm (catôt), tạo nên dòng điện trong chất khí.

Dòng điện trong chất khí là dòng dịch chuyển có hướng của các ion dương theo chiều điện trường và các ion âm, êlectron ngược chiều điện trường.

2. Sự phụ thuộc của cường độ dòng điện trong chất khí vào hiệu điện thế.

- Đặc tuyến vôn – ampe không phải là đường thẳng. Như vậy dòng điện trong chất khí không tuân theo định luật Ôm.

3. Các dạng phóng điện trong chất khí ở áp suất bình thường

a. Tia lửa điện

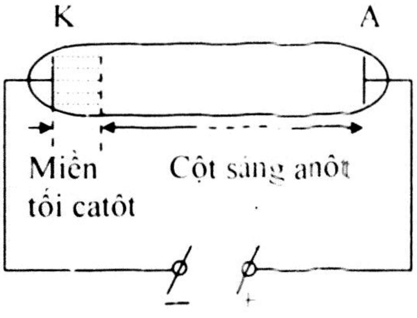
Tia lửa điện là sự phóng điện tự lực trong chất khí khi có tác dụng của một điện trường đủ mạnh để làm iôn hóa chất kh

+ *Sét là tia lửa điện không lồ phát sinh do sự phóng điện giữa các đám mây tích điện trái dấu hoặc giữa một đám mây tích điện với mặt đất.*

b. Hồ quang điện

+ ***Hồ quang điện là sự phóng điện tự lực trong chất khí ở áp suất bình thường hoặc áp suất thấp giữa hai điện cực có hiệu điện thế không lớn.*** Hồ quang có thể kèm theo sự tỏa nhiệt và tỏa sáng rất mạnh.

4. Sự phóng điện trong chất khí ở áp suất thấp



Hình 1 *Sự phóng điện thành miền*

a. Sự phóng điện thành miền

Sự phóng điện trong chất khí ở áp suất thấp, bằng cách dùng một ống thủy tinh có hai điện cực bằng kim loại (gọi là ống phóng điện) Trong sự phóng điện này ta thấy có hai miền chính, ngay ở gần mặt catôt có một miền tối gọi là *miền tối catôt*; phần còn lại của ống, cho đến anôt, là miền sáng, thường gọi là *cột sáng anôt*. Vì vậy, sự phóng điện này được gọi là *sự phóng điện thành miền*.

b. Tia catốt

Khi áp suất khí trong ống phóng điện giảm xuống, chỉ còn vào khoảng 0,01 – 0,001 mmHg, kết quả là ta có dòng êlectron phát ra từ catôt có vận tốc lớn gọi là *tia catôt* (cũng gọi là *tia cực âm*, ngoài ra lúc này áp suất rất bé nên ta coi như môi trường trên là gần như là chân không).

V. DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT BÁN DẪN

1. Tính chất điện của bán dẫn

a. Bán dẫn điển hình và được dùng phổ biến nhất là silic (Si). Ngoài ra, còn có các bán dẫn đơn chất khác như Ge, Se, các bán dẫn hợp chất như GaAs, CdTe, ZnS..., nhiều ôxit, sunfua, sêlenua, telurua...

b. Bán dẫn có những tính chất khác biệt so với kim loại.

- Điện trở suất ρ của bán dẫn có giá trị trung gian giữa kim loại và điện môi.

- Điện trở suất của bán dẫn tinh khiết giảm mạnh khi nhiệt độ tăng.Do đó ở nhiệt độ thấp, bán dẫn dẫn điện rất kém (giống như điện môi), còn ở nhiệt độ cao, bán dẫn dẫn điện khá tốt (giống như kim loại).

- Tính chất điện của bán dẫn phụ thuộc rất mạnh vào các tạp chất có mặt trong tinh thể.

2. Sự dẫn điện của bán dẫn tinh khiết

Nếu trong mạng tinh thể chỉ có một loại nguyên tử thì ta gọi đó là *bán dẫn tinh khiết*.

- Ở nhiệt độ thấp, gần 0°K, các êlectron hóa trị gắn bó chặt chẽ với các nguyên tử ở nút mạng. Do đó, trong tinh thể không có hạt mang điện tự do, bán dẫn không dẫn điện.

- Ở nhiệt độ tương đối cao, nhờ dao động nhiệt của các nguyên tử, một số êlectron hóa trị thu thêm năng lượng và được giải phóng khỏi các liên kết, trở thành các *êlectron tự do*. Đồng thời, khi một êlectron bứt khỏi liên kết, thì xuất hiện một liên kết bị trống. Người ta gọi nó là *lỗ trống*. Lỗ trống mang điện tích nguyên tố *dương*.

- Khi có điện trường đặt vào, êlectron chuyển động ngược chiều điện trường, lỗ trống chuyển động thuận chiều điện trường, gây nên *dòng điện trong bán dẫn*.

Dòng điện trong bán dẫn là dòng chuyển dời có hướng của các êlectron và lỗ trống.

Ở bán dẫn tinh khiết, số êlectron và số lỗ trống bằng nhau. Sự dẫn điện trong trường hợp này gọi là *sự dẫn điện riêng* của bán dẫn. Bán dẫn tinh khiết còn được gọi là *bán dẫn loại i*.

- Nhiệt độ càng cao thì số êlectron và lỗ trống càng lớn. Do đó, *độ dẫn điện của bán dẫn tăng khi nhiệt độ tăng*.

3. Sự dẫn điện của bán dẫn pha tạp

a. Bán dẫn loại n

Êlectron là *hạt mang điện cơ bản* (hay *đa số*), lỗ trống là *hạt mang điện không cơ bản* (hay *thiểu số*). Bán dẫn như vậy được gọi là bán dẫn êlectron hay *bán dẫn loại n*.

b. Bán dẫn loại p

Lỗ trống là hạt mang điện cơ bản, êlectron là hạt mang điện không cơ bản. đó là bán dẫn lỗ trống hay *bán dẫn loại p*.

B. BÀI TẬP TỰ LUẬN

I. DÒNG ĐIỆN TRONG KIM LOẠI

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 1.1. Một dây bạch kim ở 20^0C có điện trở suất $\rho_0 = 10.6.10^{-8}$ Ω.m. Tính điện trở suất ρ của dây dẫn này ở 500^0C. Coi rằng điện trở suất của bạch kim trong khoảng nhiệt độ này tăng tỉ lệ bậc nhất theo nhiệt độ với hệ số nhiệt điện trở $\alpha = 3.9.10^{-3}\ K^{-1}$.

Giải:

Điện trở suất của kim loại được tính bởi công thức:

$$\rho = \rho_0[1 + \alpha(t - t_0)] = 30.44.10^{-8}\ \Omega.m$$

Bài 1.2. Một mối hàn của một cặp nhiệt điện có hệ số $\alpha_T = 65\ \mu V/K$ được đặt trong không khí ở 20^0C, còn mối hàn kia được nung nóng đến nhiệt độ 232^0C. Suất điện động nhiệt điện của cặp nhiệt điện khi đó là:

Giải:

Ta có $\mathscr{E} = \alpha_T(T_1 - T_2) = 65.10^{-6}(232 - 20) = 13,78.10^{-3}\ V = 13,78\ mV$.

Bài 1.3. Để mắc đường dây tải điện từ địa điểm A đến địa điểm B, ta cần 1000 kg dây đồng. Muốn thay dây đồng bằng dây nhôm mà vẫn đảm bảo chất lượng truyền điện, ít nhất phải dùng bao nhiêu kilôgam dây nhôm? Cho biết khối lượng riêng của đồng là 8900 kg/m^3, của nhôm là 2700 kg/m^3.

Giải: Điều kiện R không đổi, suy ra: $\frac{\rho^*_{Cu} l}{S_{Cu}} = \frac{\rho^*_{Al} l}{S_{Al}}$.

(l = AB, S là tiết diện dây, ρ^* là điện trở suất của vật liệu làm dây dẫn). Khối lượng dây: $m_{Cu} = \rho_{Cu} S_{Cu} l$; $m_{Al} = \rho_{Al} S_{Al} l$ (ρ là khối lượng riêng của vật liệu làm dây dẫn).

Thay số ta được $m_{Al} = 490$ kg.

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 1.4. Một sợi dây đồng có điện trở 74 Ω ở 50°C. Điện trở của sợi dây đó ở 100°C là bao nhiêu?

Bài 1.5. Một bóng đèn 220 V – 100 W khi sáng bình thường thì nhiệt độ của dây tóc đèn là 2 000°C. Xác định điện trở của đèn khi thắp sáng R và khi không thắp sáng R_o, biết rằng nhiệt độ môi trường là 20°C và dây tóc đèn làm bằng vonfam có hệ số nhiệt điện trở $\alpha = 4{,}5.10^{-3}$ K^{-1}.

Bài 1.6. Khối lượng mol nguyên tử của đồng là 64.10^{-3} kg/mol. Khối lượng riêng của đồng là $8{,}9.10^3$ kg/m^3. Biết rằng mỗi nguyên tử đồng đóng góp một êlectron dẫn.

a) Tính mật độ êlectron tự do trong đồng.

b) Một dây tải điện bằng đồng, tiết diện 10 mm^2, mang dòng điện 10 A. Tính tốc độ trôi của êlectron dẫn trong dây dẫn đó.

Bài 1.7. Một sợi dây đồng có khối lượng 1 g, điện trở 1 Ω. Hỏi sợi dây đó dài bao nhiêu? Cho biết khối lượng riêng của đồng là ρ = 8 960 kg/m^3.

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 1.4. Giải:

Áp dụng công thức $\rho = \rho_o\{1 + \alpha(t - t_o)\}$, suy ra $R = R_o\{1 + \alpha(t - t_o)\}$

Thay số $R = 74\,[1 + 4{,}3.10^{-3}(100 - 50)] = 87\Omega$.

Bài 1.5. Giải: Khi cháy sáng R = 484 Ω; ở nhiệt độ phòng R_o = 48,8 Ω

+ Khi bình thường $R_o = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{100} = 48{,}8\Omega$.

+ Khi nóng lên 2000°C $R = R_o[1 + \alpha(t - t_o)] = 484\Omega$

Bài 1.6. Giải:

a) Thể tích của 1 mol đồng:

$$V = \frac{64.10^{-3}\,\text{kg/mol}}{8,9\ 10^{3}\,\text{kg/m}^{3}} = 7,19.10^{-6}\ \text{m}^{3}/\text{mol}$$

Mật độ êlectron tự do trong đồng là:

$$n_0 = \frac{\text{số Avôgdrô}}{V} = \frac{6,023.10^{23}}{7,191.10^{-6}} \approx 8,38.10^{28}$$

b) Tốc độ trôi của êlectrôn là v,trong thời gian t giây có N êlectrôn qua tiết diện S thì $N = n_0.V = n_0.Svt = It/e$. Từ đó suy ra:

$$v = \frac{I}{n_0.e.S.} = \frac{10}{1,6.10^{-19}.10^{-5}.8,38.10^{28}} = 7,65.10^{-5}\ \text{m/s}.$$

Bài 1.7.Giải. Thể tích của sợi dây đồng: $V = \frac{m}{\rho} = \frac{10^{-3}}{8\,960} = 1,116.10^{-7}\ \text{m}^3 = lS$

(ρ là khối lượng riêng của đồng).

Điện trở của sợi dây đồng $R = 1 = \rho^* \frac{l}{S}$ (ρ^* là điện trở suất của đồng), suy ra:

$$\frac{l}{S} = \frac{1}{\rho^*} = 0,592.10^{8}$$

Suy ra: $\frac{lSl}{S} = l^2 = 1,116.10^{-7}.\ 0,592.10^{8} = 6,604\ \text{m}^2 \Rightarrow l = 2,57$ m.

II. DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT ĐIỆN PHÂN ĐỊNH LUẬT PHA-RA-ĐÂY

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 2.1. Chiều dày của lớp niken phủ lên một tấm kim loại d = 0,05mm sau thời gian điện phân trong 30 phút. Diện tích mặt phủ của tấm kim loại là 30cm^2. Xác định cường độ dòng điện qua bình điện phân. Cho biết niken có khối lượng riêng $D = 8,9.10^3\ \text{kg/m}^3$, A = 58, n = 2.

Giải: Áp dụng công thức Faraday:

$$m = \frac{1}{F}\cdot\frac{A}{n}.It$$

Ta suy ra điện lượng qua bình điện phân:

$$q = It = \frac{m\,.\,F\,.\,n}{A}$$

Khối lượng: m = V.D

Với: V = S. d: thể tích lớp mạ D: khối lượng riêng

Vậy: $q = \dfrac{Sd\,.\,D\,.\,F\,.\,n}{A} = \dfrac{30\,.\,10^{-4}\,.\,5\,.\,10^{-5}\,.\,8.9\,.\,10^{3}.9,65\,.\,10^{7}\,.\,2}{58}$

$q = 4.442$ C

Suy ra cường độ dòng điện qua bình điện phân:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{4.442}{1.800} = 2,47A$$

Bài 2.2. Một mạch điện nối tiếp gồm: Một nguồn điện có sđđ $\mathscr{E} = 12V$, điện trở trong $r = 1\Omega$, một điện trở $R = 2\Omega$ và một bình điện phân đựng dung dịch H_2SO_4 với các điện cực bằng Pt.

a. Cho biết nước H_2O bị phân tích theo phản ứng: $H_2O + 69kcal = H_2 + \frac{1}{2}O_2$ và điện lượng qua bình điện phân là 72.450C. Tính suất phản điện của bình điện phân.

b. Tính thể tích hydrô thu được ở catod bình điện phân trong 1 giờ ở điều kiện chuẩn. Cho biết điện trở của bình điện phân $r' = 1\Omega$ và $J = 4,2$.

Giải: a. Bình điện phân đựng dung dịch H_2SO_4 với các điện cực bằng Pt được coi như máy thu điện có suất phản điện E', điện trở trong r'.

Quá trình xảy ra trong sự điện phân ta được kết quả là nước bị phân tích theo phản ứng:

$$H_2O + 69kcal = H_2 + \frac{1}{2}O_2$$

69 kcal là phần điện năng đã chuyển thành hóa năng khi điện phân 1 mol nước. Điện năng này là điện năng hữu ích của máy thu.

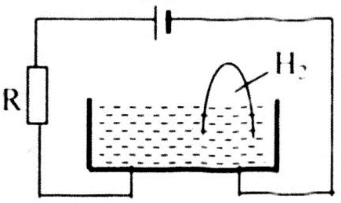
Ta có: $A' = q\mathscr{E}' \Rightarrow \mathscr{E}' = \dfrac{A'}{q} = \dfrac{J\,.\,Q}{q}$

$$\mathscr{E}' = \frac{69000 \times 4,2}{72450} = 4V$$

Vậy suất phản điện của bình điện phân bằng 4V.

b. Cường độ dòng điện qua bình điện phân:

$$I = \frac{\mathscr{E} - \mathscr{E}'}{R + r + r'} = \frac{12 - 4}{4} = 2A$$



Hình 2.2G

Khối lượng hydrô thu được ở catod trong 1 giờ:

$$m = \frac{1}{F}\cdot\frac{A}{n}.It = \frac{1}{9,65\,.\,10^{7}}\cdot\frac{1}{2}\,.\,2\,.\,3600 = 7,46.\,10^{-5}\ kg$$

Hay $m \approx 0,075g$

1 mol hydrô (2g) ở điều kiện chuẩn có thể tích bằng 22,4*l* hay 22.400cm^3.

Suy ra thể tích Hydrô thu được là:

$$V = \frac{22.400}{2} = 0.075 = 840cm^3.$$

Bài 2.3. Người ta điện phân dung dịch muối ăn (NaCl) trong bình có vách ngăn với các điện cực bằng Pt, thể tích hydrô thu được trong 1 chuông úp trên catod bằng 1 lít ở áp suất 1.3 at và nhiệt độ 27°C. Hiệu điện thế đặt vào 2 điện cực bằng 50V.

a. Tính công thực hiện bởi dòng điện.

b. Tính suất phản điện của bình điện phân. Cho biết điện trở của bình điện phân r' = 30Ω và thời gian điện phân là 1 giờ 24 phút 50 giây.

c. Tính hiệu suất của bình điện phân.

Giải:

a. Áp dụng phương trình trạng thái, ta tính thể tích của hydrô thu được ở điều kiện tiêu chuẩn.

Ta có: $\frac{PV}{T} = \frac{P_0 \cdot V_0}{T_0}$

Với: $P = 1.3$ at, $V = 1l$, $T = 273 + 27 = 300°K$

$P_0 = 1$ at, $T_0 = 273°K$

Vậy $V_0 = \frac{PV}{T} \cdot \frac{T_0}{P_0} = \frac{1.3.1.273}{300.1} = 1.183l$

1 mol khí hydrô ở điều kiện tiêu chuẩn có thể tích 22.4 l và khối lượng 2g.

Vậy khối lượng của 1.183l hydrô ở điều kiện tiêu chuẩn là:

$$m = \frac{2}{22.4}.1.183 \approx 0.016g$$

Điện lượng qua bình điện phân là:

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} \cdot q$$

$$\Rightarrow \quad q = \frac{m . F . n}{A} = \frac{0.106 . 10^{-3} . 9.65 . 10^7 . 1}{1} = 10229 \text{ C}$$

Công thực hiện bởi dòng điện:

$$A = q . U = 10229 . 50$$
$$= 511450 \text{ J}$$

b./ Cường độ dòng điện qua bình điện phân: $I = \frac{q}{t}$

Với q = 10229 C và t = 1 giờ 24 phút 50 giây = 5090 giây

Vậy I = 2A

Ta có: $U = E' + r'I = E' = U - r'I = 44V$

Vậy suất phản điện của bình điện phân là E' = 44V.

c. Hiệu suất: $h' = \frac{E'}{U} = \frac{44}{50} = 88\ \%$.

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 2.4. Một vật kim loại đem mạ niken có diện tích $S = 120\ cm^2$ Tính bề dày h của lớp niken mạ trên vật. Cho biết: dòng điện qua bình điện phân có cường độ I = 0,3 A; thời gian mạ t = 5 giờ; nguyên tử lượng, hóa trị và khối lượng riêng của niken lần lượt là A = 58,7; n = 2 và $D = 8,8.10^3\ kg/m^3$.

Bài 2.5. Khi điện phân dung dịch $ZnSO_4$ với anod bằng Zn trong thời gian 1 giờ đã thu được ở catod bình điện phân 2,448g Zn. Hiệu điện thế của mạng điện một chiều mà bình điện phân mắc vào lớn hơn so với hđt cần thiết để bình điện phân làm việc ở điều kiện bình thường là 6V. Hỏi điện trở hạn chế R phải mắc vào mạch điện là bao nhiêu? Cho biết Zn = 65, n = 2.

Bài 2.6. Khi mạ niken một vật trong khoảng 2 giờ, vật được phủ lên một lớp niken dày d = 0,03mm. Xác định mật độ dòng điện trong quá trình mạ. Cho biết vật hình chữ nhật và chỉ mạ một mặt.

Bài 2.7. Hai bình điện phân: ($CuSO_4$/Cu) và ($AgNO_3$/Ag) mắc nối tiếp trong một mạch điện. Sau một thời gian điện phân, khối lượng catod của hai bình tăng lên 2,8g.

a. Tính điện lượng qua các bình điện phân và khối lượng Cu và Ag được giải phóng ở các catod.

b. Nếu cường độ dòng điện bằng 0,5A. Tính thời gian điện phân. Cho biết: Ag = 108, hóa trị của Ag bằng 1. Cu = 64, hóa trị của Cu bằng 2.

Bài 2.8. Một bình điện phân chứa dung dịch $CuSO_4$ với các điện cực bằng Cu được nhúng chìm hẳn vào dung dịch. Người ta treo catod dưới một đĩa cân của một cân đúng, bên đĩa còn lại của cân đặt các quả cân để lập cân bằng. Cho dòng điện chạy qua trong 1 giờ 10 phút thì phải đặt thêm lên đĩa cân không treo catod 2,416g để lập lại cân bằng. Tính cường độ dòng điện qua bình điện phân.

Cho biết khối lượng riêng của Cu là $D = 8,8g/cm^3$ và của dung dịch điện phân là $D = 1,1g/cm^3$.

Bài 2.9. Một bình điện phân đựng dung dịch $AgNO_3$ với anod A bằng bạc và có 2 catod C_1, C_2 giống hệt nhau nhưng khoảng cách đến anod lần lượt là l_1, l_2.

a. Hỏi khối lượng Ag bám vào catod C_1, C_2 trong thời gian điện phân có bằng nhau không?

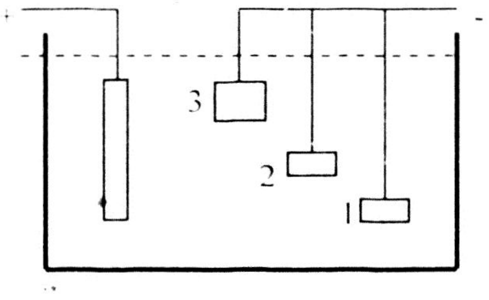
b. Cho biết diện tích của các catod bằng 25cm², khoảng cách l_1 = 15cm, l_2 = 3cm, dung dịch $AgNO_3$ có điện trở suất ρ = 0,015Ωm, nguồn điện cung cấp có sđđ ℰ = 15V, điện trở trong 0,5Ω.

Tìm khối lượng Ag bám trên các catod C_1, C_2 trong thời gian 1 giờ.

Bài 2.10. Người ta bố trí các điện cực của một bình điện phân đựng dung dịch $CuSO_4$ như trên Hình 13, trong đó các điện cực đều bằng đồng.

a. Khối lượng đồng bám vào các điện cực 1, 2 và 3 có bằng nhau không?

b. Giả sử diện tích của các điện cực âm đều bằng nhau và bằng S = 10 cm², còn khoảng cách của chúng đến anôt lần lượt là l_1 = 30 cm, l_2 = 20cm và l_3 = 10 cm. Đặt vào hai điện cực của bình một hiệu điện thế U = 15 V. Hãy xác định khối lượng đồng m_1, m_2 và m_3 bám vào mỗi catôt sau một giờ, biết rằng điện trở suất của dung dịch điện phân là ρ = 0,2 Ωm.



Hình 13

Bài 2.11. Khi điện phân một dung dịch muối ăn trong nước, người ta thu được khí hidrô vào một bình có thể tích V = 1 lít, tính công thực hiện bởi dòng điện khi điện phân, biết rằng hiệu điện thế đặt vào hai cực của bình U = 50 V, áp suất của khí hidrô trong bình bằng p = 1,3 at và nhiệt độ của khí hidrô là t = 27°C.

Bài 2.12. Một nguồn điện có sđđ E = 3,9V điện trở trong r = 0,09Ω cung cấp dòng điện cho một bình điện phân đựng dung dịch $CuSO_4$ với anod bằng Pt. Hỏi sau bao lâu có 1g đồng bám lên catod của bình. Cho biết suất phản điện của bình điện phân E' = 1,5V và điện trở của bình r' = 0,51Ω

Bài 2.13. Tốc độ chuyển động có hướng của ion Na^+ và Cl^- trong nước có thể tính theo công thức: v = μE, trong đó E là cường độ điện trường, μ có giá trị lần lượt là $4,5.10^{-8}$ $m^2/V.s$ và $6,8.10^{-8}$ $m^2/V.s$. Tính điện trở suất của dung dịch NaCl nồng độ 0,1 mol/l, cho rằng toàn bộ các phân tử NaCl đều phân li thành ion.

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 2.4: Giải: Hướng dẫn: $m = \frac{1}{F}.\frac{A}{n}.It$; m = DV = DSh

từ đó $h = \frac{AIt}{FSDn}$. $h = 1,55.10^{-5}$ m = 0,0155 mm.

Bài 2.5. Giải: Điện lượng qua bình điện phân:

$$q = \frac{m.F.n}{A} = \frac{2,448.10^{-3}.9,65.10^{7}.2}{65} = 7,269C$$

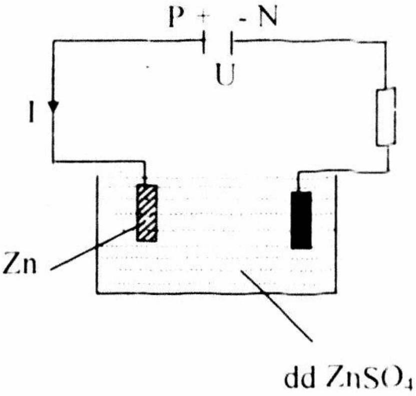
Cường độ dòng điện qua bình điện phân:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{7.269}{3.600} \approx 2A$$

Ta có: $U_{PN} = U_{AB} + U_{BN}$

Suy ra: $U_{BN} = U_{PN} - U_{AB} = 6V$

Vậy: $R = \frac{U_{BN}}{I} = \frac{6}{2} = 3\Omega$



Hình 5G

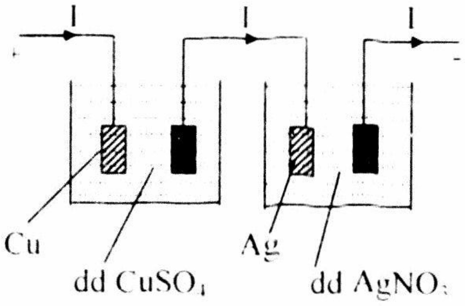
Bài 2.6. Giải: Mật độ dòng điện: $i = \frac{I}{S}$

Ta có: $m = \frac{1}{S}.\frac{A}{n}.It \Leftrightarrow \quad a.d.D = \frac{1}{S}.\frac{A}{n}.It$

Suy ra: $\frac{I}{S} = \frac{d.D.F.n}{A.t} = \frac{3.10^{-5}.8,9.10^{3}.9,65.10^{7}.2}{58.7200} = 123,4$

Vậy mật độ dòng điện là: $i = \frac{I}{S} = 123,4A/m^2$

Bài 2.7. Giải: Gọi m_1, m_2 lần lượt là khối lượng của Cu và Ag được giải phóng ở catod các bình điện phân. Ta có:



Hình 10G

$$m_1 = \frac{1}{F}.\frac{A_1}{n_1}.It = \frac{1}{F}.\frac{A_1}{n_1}.q$$

$$m_2 = \frac{1}{F}.\frac{A_2}{n_2}.It = \frac{1}{F}.\frac{A_2}{n_2}.q$$

$$m = m_1 + m_2 = \left(\frac{A_1}{n_1} + \frac{A_2}{n_2}\right)\frac{q}{F}$$

Suy ra: $q = m.F.\frac{1}{\frac{A_1}{n_1} + \frac{A_2}{n_2}} =$

$$= \frac{2,8.10^{-3}.9,65.10^{7}}{\frac{64}{2} + \frac{108}{1}} = \frac{27,02.10^{4}}{140}$$

Điện lượng qua các bình: $q = 2.9,65.10^{2} = 1.930c$

Ta có: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{A_1}{n_1}.\frac{n_2}{A_2} = \frac{32}{108}$ (1)

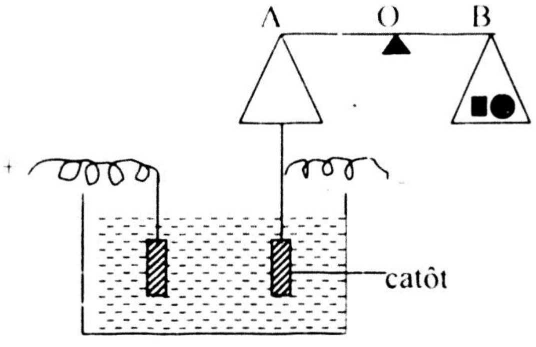
và $m_1 + m_2 = 2,8$ (2)

Giải hệ phương trình (1) và (2) ta có:

$m_1 = 0,64g$ và $m_2 = 2,16g$

b. Thời gian điện phân: $t = \frac{q}{I} = \frac{1930}{0,5} = 3860s.$

Bài 2.8. Giải: Gọi m là khối lượng Cu bám lên catod sau thời gian 1 giờ 10 phút.



Hình 11G

Trọng lượng khối đồng:

$$p = mg$$

Thể tích của khối đồng m là:

$$V = \frac{m}{D}$$

Sức đẩy Acsimet của dung dịch điện phân vào lượng đồng là:

$$f = V.\,D'.\,g = \frac{m}{D}.\,D'.\,g$$

Vậy đĩa cân A chịu tác dụng thêm một lực hướng thẳng đứng xuống dưới có độ lớn $F = P - f = mg - \frac{m}{D}.\,D'.\,g$

Muốn lập lại cân bằng ta phải đặt thêm lên đĩa cân B những quả cân có khối lượng m = 2,416g và trọng lượng P = mg.

Điều kiện để cân bằng: F. OA = P. OB

Vì cân đúng nên OA = OB, ta suy ra:

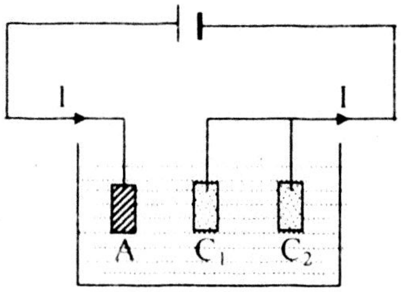
$$F = P' \Rightarrow mg - \frac{m}{D}.\,D'g \quad \Rightarrow \quad m.\,\frac{m}{D}.\,D' = m'$$

hay $$m = m' + \frac{m}{D}.\,D' \quad \Rightarrow \quad m = \frac{m'}{1 - \frac{D'}{D}}$$. Vậy m = 2,76g

Cường độ dòng điện qua bình điện phân:

$$I = \frac{m\,.\,F\,.\,n}{A\,.\,t} = \frac{2,76\,.\,10^{-3}\,.\,9,65\,.\,10^{7}\,.\,2}{64\,.\,4200} = 2A$$

Bài 2.9. Giải: a) Điện trở của dung dịch điện phân tỉ lệ với khoảng cách giữa hai điện cực.



Hình 12G

$$R_1 = \rho\frac{l_1}{S} \quad \text{và} \quad R_2 = \rho\frac{l_2}{S}$$

Do đó cường độ dòng điện I_1, I_2 qua các catod C_1, C_2 khác nhau:

$$I_1 = \frac{U}{R_1}, \quad I_2 = \frac{U}{R_2}$$

Vậy khối lượng Ag bám lên các catod C_1, C_2 trong thời gian điện phân không bằng nhau.

b) Ta có: $R_1 = \rho\frac{l_1}{S} = 0{,}015.\frac{15\ .\ 10^{-2}}{25\ .\ 10^{-4}} = 2{,}5\Omega$

$$R_2 = \rho\frac{l_2}{S} = 0{,}015.\frac{30\ .\ 10^{-2}}{25\ .\ 10^{-4}} = 5\Omega$$

Điện trở của bình điện phân: $R = \frac{R_1\ .\ R_2}{R_1 + R_2} = 1{,}7\Omega$

Cường độ dòng điện qua bình điện phân: $I = \frac{\mathscr{E}}{R + r} = 6{,}8A$

Khối lượng Ag bám trên catod C_1: $m_1 = \frac{1}{F}.\frac{A}{n}.I_1t$ (1)

Khối lượng Ag bám trên catod C_2: $m_2 = \frac{1}{F}.\frac{A}{n}.I_2t$ (2)

Khối lượng Ag bám trên các catod: $m = m_1 + m_2$

$$m = \frac{1}{F}.\frac{A}{n}(I_1 + I_2).\ t = \frac{1}{F}.\frac{A}{n}I.\ t$$

$$m = \frac{1}{9{,}65\ .\ 10^7}.\frac{108}{1}.6{,}8.3600 = 0{,}0274\ kg$$

hay $m = 27{,}4g$

Ta có: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{I_1}{I_2}$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{I_1}{I_2}$

Suy ra: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow \frac{m_1}{R_1} = \frac{m_2}{R_2} = \frac{m_1 + m_2}{R_1 + R_2} = \frac{27{,}4}{7{,}5}$

Vậy: $m_1 = \frac{27{,}4}{7{,}5}.R_1 = \frac{27{,}4}{7{,}5}.2{,}5 = 9{,}13g$

$$m_2 = \frac{27{,}4}{7{,}5}.R_2 = \frac{27{,}4}{7{,}5}.5 = 18{,}26g$$

Bài 2.10. Giải:

a) Khác nhau. Vì khoảng cách khác nhau nên điện trở khác nhau, từ đó I khác nhau.

b) Điện trở của dung dịch điện phân phụ thuộc vào khoảng cách giữa anôt và catôt. Bản cực nào càng xa anôt thì điện trở của phần dung dịch nằm giữa nó với anôt càng lớn. Gọi R_1, R_2 và R_3 là điện trở của dung dịch điện phân tương ứng với vị trí của các điện cực 1, 2 và 3 ta có:

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{US}{\rho l_1};\quad I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{US}{\rho l_2};\quad I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{US}{\rho l_3}$$

từ đó $m_1 = \frac{1}{F}.\frac{A}{n}.I_1t \Rightarrow m_1 \approx 298$ mg;

$m_2 = \frac{1}{F}.\frac{A}{n}.I_2t \Rightarrow m_2 \approx 447$ mg

và $m_3 = \frac{1}{F}.\frac{A}{n}.I_3t. \Rightarrow m_3 \approx 895$ mg.

Bài 2.11. Giải: Gọi q là điện lượng dịch chuyển qua dung dịch điện phân để đến điện cực. Công của dòng điện là

$$A = qU$$

trong đó U = 50 V. Cứ mỗi phân tử H_2 đến điện cực thì trao cho điện cực một điện tích là $2|e|$, với $|e| = 1,6.10^{-19}$C. Nếu gọi n là số phân tử hidrô đến điện cực thì điện lượng $q = 2n|e|$. Để tìm n ta vận dụng phương trình trạng thái của chất khí:

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0V_0}{T_0}$$

trong đó $p = 1,3$ at $= 1,3.10^5$ N/m^2.

$V = 1l = 10^{-3}$ m^3

$T = 273 + t = 300$ K

$p_0 = 1$at $= 10^5$ N/m^2.

V_0 là thể tích của lượng khí hidrô nói trên ở $T_0 = 273$ K (tức 0°C). Từ công thức đó ta rút ra:

$$V_0 = \frac{T_0}{T}.\frac{p}{p_0}V.$$

Mặt khác ta lại biết rằng ở áp suất p_0 và nhiệt độ T_0 thì cứ 22,4 m^3 hidrô có $N = 6,02.10^{26}$ phân tử hidrô, nghĩa là cứ 1 m^3 hidrô sẽ có $\frac{N}{22,4}$ phân tử hidrô. Vậy nếu ta có V_0 m^3 hidrô ở áp suất P_0 và nhiệt độ T_0 thì sẽ có:

$n = \frac{N}{22,4}V_0$ phân tử hidrô.

Kết quả là: $A = qU = 2n|e|U = 2.\frac{N}{22,4}V_0|e|U = 2.\frac{N}{22,4}\frac{T_0}{T}\frac{p}{p_0}V|e|U$

thay số ta được: $A = 5,09.10^5$ J.

Bài 2.12. Giải: Bình điện phân đựng dung dịch $CuSO_4$ với anod bằng Pt coi như một máy thu điện có suất phản điện E' và điện trở trong r'.

Điện lượng qua bình điện phân là:

$$q = \frac{m.F.n}{A}$$

Với $m = 1g = 10^{3}$ kg, $F = 9,65.10^{7}$, $n = 2$, $A = 64$.

Vậy $q = 3016$ C

Cường độ dòng điện qua bình điện phân:

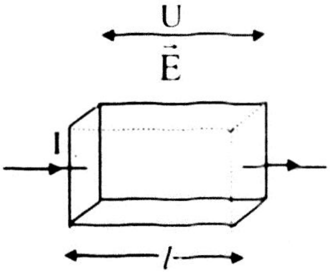
$$I = \frac{E - E'}{r + r'} = \frac{3,9 - 1,5}{0,09 + 0,51} = 4A$$

Thời gian điện phân:

$$t = \frac{q}{I} = \frac{3016}{4} = 754\ (s)$$

Bài 2.13. Giải: Điện trở một khối vật dẫn (hình hộp) có thể tính theo hai cách (Hình 10):

$$R = \frac{U}{I}\ ;\ R = \rho\frac{l}{S}$$



Hình 10

ρ là điện trở suất của vật liệu.

Suy ra: $\rho = \frac{U}{I}.\frac{S}{l} = \frac{ES}{I}$,

trong đó cường độ điện trường $E = \frac{U}{l}$.

Cường độ dòng điện I đo bằng tổng điện lượng chạy qua diện tích S của dây dẫn trong 1 giây. Nếu v_{Na} và v_{Cl} là tốc độ có hướng của các ion Na và Cl, n là mật độ các ion này, thì ta có: $I = eS(v_{Na} + v_{Cl})n = eS(\mu_{Na} + \mu_{Cl})nE$.

Suy ra: $$\rho = \frac{ES}{I} = \frac{1}{en(\mu_{Na} + \mu_{Cl})}$$

với $n = 0,1$ mol/l $= 0,1.6,023.10^{23}.10^{3} = 6,023.10^{25}\ m^{-3}$.

$$\rho = \frac{1}{1,6.10^{-19}.6,023.10^{25}.(4,5 + 6,8).10^{-8}} = 0,918\ \Omega.m \approx 1\ \Omega.m$$

III. DÒNG ĐIỆN TRONG CHÂN KHÔNG VÀ CHẤT KHÍ

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 3.1. Catôt của một điôt chân không có diện tích mặt ngoài $S = 10\ mm^{2}$. Dòng bão hòa $I_s = 10$ mA. Tính số êlectron phát xạ từ một đơn vị diện tích của catôt trong một giây.

Giải: Số êlectron phát ra từ catôt trong 1 giây là:

$$n_1 = \frac{10}{1,6.10^{-19}} = 0,625.10^{17}\ s^{-1}$$

Số êlectron phát ra từ 1 đơn vị diện tích catôt trong 1 giây là:

$$n = \frac{n_1}{S} = \frac{0{,}625.10^{17}}{10.10^{-6}}$$

$$N = 6{,}25.10^{21}\ s^{-1}m^{-2}$$

Bài 3.2. Hiệu điện thế giữa anôt và catôt của một súng êlectron là 2 500 V, tính tốc độ của êlectron mà súng phát ra. Cho biết khối lượng của êlectron là $9{,}11.10^{-31}$ kg.

Giải: Êlectron di chuyển từ catôt đến anôt ở hiệu điện thế 2 500 V nhận năng lượng bằng:

$$\varepsilon = Eu = 1{,}6.10^{-19}.2\ 500 = 4.10^{-16}\ J$$

Năng lượng ấy chuyển thành động năng của êlectron:

$$\varepsilon = \frac{mv^2}{2} \quad \text{suy ra: } v = \sqrt{\frac{2\varepsilon}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2.4.10^{-16}}{9{,}11.10^{-31}}} \approx 3.10^7\ m/s.$$

Lưu ý: Tốc độ v vào cỡ 1/10 tốc độ của ánh sáng cho nên lẽ ra phải tính đến hiệu ứng tương đối tính. Ở đây chấp nhận mức chính xác thấp nên bỏ qua hiệu ứng này.

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 3.3. Nếu cường độ dòng điện bão hòa trong điôt chân không bằng 1mA thì trong thời gian 1s số êlectron bứt ra khỏi mặt catôt là bao nhiêu?

Bài 3.4. Cho phóng điện qua chất khí ở áp suất thấp, giữa hai điện cực cách nhau 20 cm. Quãng đường bay tự do của êlectron là 4 cm. Cho rằng năng lượng mà êlectron nhận được trên quãng đường bay tự do đủ để ion hóa chất khí, hãy tính xem 1 êlectron đưa vào trong chất khí có thể sinh ra tối đa bao nhiêu hạt tải điện. Xét mọi êlectron ở đoạn bay tự do cuối cùng đều kịp va chạm với phân tử.

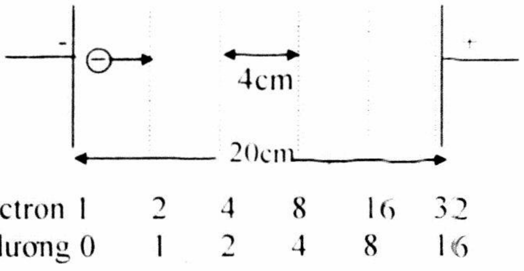
GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 3.3. Giải:

Điện lượng do số êlectron bứt ra khỏi mặt catôt là $q = It = ne$.

Vậy $$n = \frac{I.t}{e} = \frac{10^{-3}}{1{,}6.10^{-19}} = 6{,}25.10^{15}$$

Bài 3.4.



Hình 4

Giải: Quá trình sinh hạt tải, khi sinh nhiều hạt tải nhất, được minh họa trên Hình 4; đường đứt nét là nơi êlectron va chạm với phân tử khí và ion hóa khí.

Số êlectron mà 1 êlectron đưa vào ở sát catôt sinh ra là:

$n_e = 32 - 1 = 31$

Số ion dương sinh ra cũng bằng số êlectron sinh ra:

$n_{ion} = 1 + 2 + 4 + 8 + 16 = 31$

Tổng số hạt tải sinh ra là:

$n = n_e + n_{ion} = 62$

(Trong trường hợp không thuận lợi, mọi êlectron ở đoạn bay tự do thứ năm chưa kịp va chạm với phân tử. Khi đã va chạm vào anôt, thì tổng số êlectron tự do sinh ra là 16 – 1 = 15, tổng số hạt tải sinh ra là n = 30)

IV. DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT BÁN DẪN

I. BÀI TẬP MẪU

Bài 4.1: Ở nhiệt độ phòng, trong bán dẫn Si tinh khiết, số cặp điện tử lỗ trống bằng 10^{-13} số nguyên tử Si. Nếu ta pha P và Si với tỉ lệ một phần triệu, thì số hạt mang điện tăng lên bao nhiêu lần?

Giải: Tỉ số giữa số hạt tải điện khi có tạp chất và khi chưa có tạp chất là:

$$\frac{2.10^{-13} + 10^{-6}}{2.10^{-13}} = 1 + 5.10^{6} \approx 5.10^{6}$$

Như vậy số hạt tải điện tăng lên năm triệu lần. Chú ý trong sự dẫn điện riêng, số êlectron bằng số lỗ trống, do đó có hệ số 2, còn trong sự dẫn điện do tạp chất, chỉ có một loại hạt tải được tạo thành.

Bài 4.2. Một mẫu bán dẫn hình hộp chữ nhật có kích thước 0,5 x 0,1 x 0,1 cm^3. Mật độ hạt tải điện của bán dẫn là $n_0 = 10^{22}\ m^{-3}$. Một dòng điện có cường độ I = 5 mA chạy theo chiều dài của mẫu. Hãy tính tốc độ trung bình của chuyển động có hướng của các hạt tải điện.

Giải: Mật độ dòng điện có giá trị $j = \frac{I}{S}$ với S là diện tích tiết diện của mẫu bán dẫn. Mặt khác $j = n_0qu$, do đó $u = \frac{j}{n_0q} = \frac{I}{n_0qS}$. Thay số, ta có

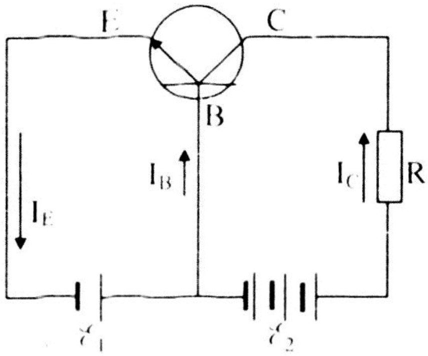
$$u = \frac{5 \times 10^{-3}}{10^{22} \times 1,6 \times 10^{-19} \times 10^{-6}} = 3,1 \text{ m/s}.$$

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

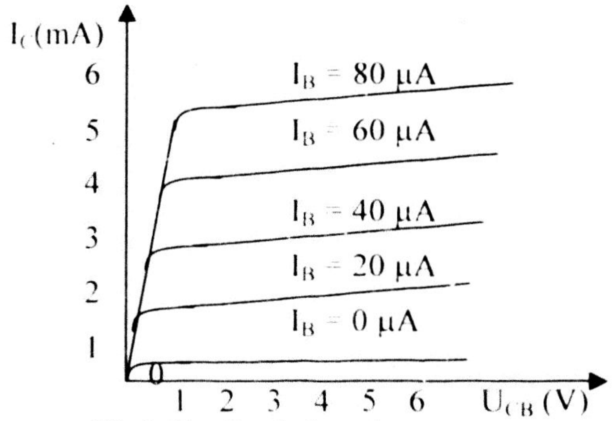
Bài 4.3. Trong kĩ thuật sản xuất các vật liệu bán dẫn, người ta cần đặc biệt chú ý đến mức độ tinh khiết của chúng, chẳng hạn đối với bán dẫn Si, lượng tạp chất không được quá $10^{-8} \div 10^{-10}$. Tại sao?

Bài 4.4. Khi tiến hành các phép đo tính chất điện của các vật liệu bán dẫn, người ta đều thực hiện trong điều kiện ánh sáng rất yếu hoặc trong bóng tối. Tại sao phải làm như vậy?

Bài 4.5. Một tranzito n–p–n được mắc vào mạch khuếch đại như Hình 5a. Họ đường đặc trưng ra của tranzito được vẽ trên Hình 5b.



Hình 5a. *Mạch tranzito*



Hình 5b. *Họ đường đặc trưng ra của tranzito*

Nguồn điện có suất điện động $\mathscr{E}_2 = 6$ V. Điện trở tải $R = 1,5$ kΩ.

a) Hỏi khi dòng điện bazơ I_B biến thiên từ 20 μA đến 40 μA, thì hiệu điện thế ở hai đầu điện trở R biến thiên trong khoảng nào?

b) Hãy xác định hệ số khuếch đại dòng điện của tranzito $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$.

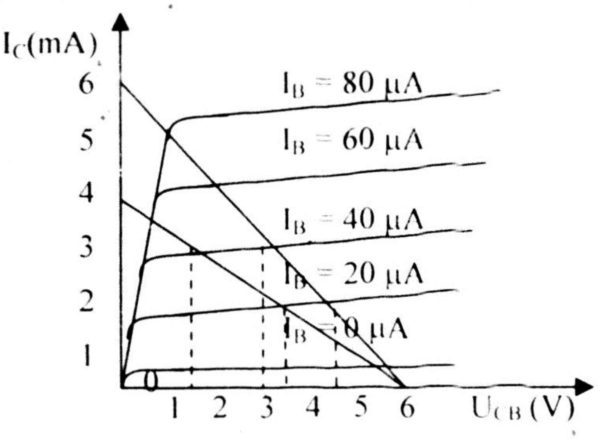
c) Nếu ta thay điện trở tải $R = 1$ kΩ, thì với cùng điều kiện như ở câu a, hiệu điện thế trên điện trở R biến thiên trong khoảng nào? Từ đó, có thể rút ra nhận xét gì?

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 4.3. Giải: Tạp chất có thể làm thay đổi tính chất dẫn điện của bán dẫn một cách đáng kể. Vì vậy bán dẫn nguyên liệu ban đầu cần phải chứa rất ít tạp chất. Nồng độ tạp chất này cần nhỏ hơn hoặc cùng bậc với nồng độ hạt tải điện do sự dẫn điện riêng gây nên. Có như thế, người ta mới có thể chủ động điều khiển nồng độ hạt tải điện và loại bán dẫn bằng cách pha các tạp chất mong muốn vào.

Bài 4.4. Giải: Ta đã biết ánh sáng thích hợp chiếu vào bán dẫn sẽ làm tăng số êlectron dẫn và lỗ trống trong bán dẫn, làm tăng độ dẫn điện của bán dẫn. Đó là hiện tượng quang điện. Trong ánh sáng trắng có những thành phần có thể gây nên hiện tượng quang điện, do đó làm sai lệch các phép đo các tính chất điện của bán dẫn.

Bài 4.5. Giải: Trên đồ thị của họ đường đặc trưng của tranzito, ta vẽ đường thẳng tải ứng với điện trở tải R = 1,5 kΩ. Đó chính là đường thẳng đi qua hai điểm có tọa độ (6, 0) và (0, 6).



Hình 5G

a) Đường thẳng tải cắt các đường đặc trưng như sau:

- trên đường I_B = 20 µA ở điểm ứng với $I_C \approx 2,9$ mA, $U_{C-B} \approx 1,6$ V.
- trên đường I_B = 40 µA ở điểm ứng với $I_C \approx 1,7$ mA, $U_{C-B} \approx 3,6$ V.

Như vậy, khi I_B biến thiên từ 20 đến 40 µA, thì hiệu điện thế trên điện trở tải R biến thiên từ 3,6 V đến 1,6 V.

b) Hệ số khuếch đại dòng điện là $\beta = \dfrac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \dfrac{(2,9 - 1,7).10^{-3}}{(40 - 20).10^{-6}} = 60.$

c) Nếu thay điện trở tải R = 1kΩ, thì khi I_B biến thiên trong khoảng từ 20 µA đến 40 µA, hiệu điện thế trên điện trở tải biến thiên trong khoảng từ 4,4 V đến 3,1 V. Như vậy, với cùng một độ biến thiên của dòng bazơ, khi điện trở tải tăng lên, thì độ biến thiên của hiệu điện thế trên điện trở tải tăng lên.

C. CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

I. DÒNG ĐIỆN TRONG KIM LOẠI

1. Nguyên nhân gây ra điện trở của kim loại là sự va chạm của:

A. các êlectrôn tự do với các iôn dương của mạng tinh thể kim loại.

B. các êlectrôn tự do với nhau trong quá trình chuyển động nhiệt hỗn loạn.

C. các iôn dương với nhau trong quá trình chuyển động nhiệt hỗn loạn.

D. các iôn dương chuyển động định hướng dưới tác dụng của điện trường vào các êlectrôn.

2. Chọn câu trả lời **đúng**

Điện trở suất của kim loại thay đổi theo nhiệt độ:

A. Tăng nhanh theo hàm bậc hai. B. Giảm nhanh theo hàm bậc hai.

C. Tăng dần đều theo hàm bậc nhất.   D. Giảm dần đều theo hàm bậc nhất.

3. Chọn câu trả lời **đúng**

Điện trở suất của một dây dẫn:

A. Tăng khi nhiệt độ của dân dẫn tăng.

B. Giảm khi nhiệt độ của dây dẫn tăng.

C. Không phụ thuộc vào nhiệt độ.

D. Càng lớn thì vật liệu đó dẫn điện càng tốt.

4. Chọn câu trả lời **đúng**

Hệ số nhiệt điện trở của kim loại:

A. có giá trị dương và chỉ phụ thuộc nhiệt độ của kim loại

B. có giá trị dương và chỉ phụ thuộc vào độ sạch (hay độ tinh khiết) của kim loại

C. có giá trị dương và chỉ phụ thuộc vào chế độ gia công của kim loại.

D. có giá trị dương và phụ thuộc vào cả ba yếu tố trên.

5. Chọn câu trả lời **đúng**

Trong điều kiện nào cường độ dòng điện I chạy qua dây dẫn kim loại tuân theo định luật Ôm?

A. dòng điện chạy qua dây dẫn kim loại có cường độ rất lớn.

B. dây dẫn kim loại có nhiệt độ tăng dần.

C. dây dẫn kim loại có nhiệt độ không đổi.

D. dây dẫn kim loại có nhiệt độ rất thấp, xấp xỉ bằng không độ tuyệt đối (0K).

6. Chọn câu **đúng:**

Các kim loại đều

A. dẫn điện tốt, có điện trở suất không thay đổi.

B. dẫn điện tốt, có điện trở suất thay đổi theo nhiệt độ.

C. dẫn điện tốt như nhau, có điện trở suất thay đổi theo nhiệt độ.

D. dẫn điện tốt, có điện trở suất thay đổi theo nhiệt độ giống nhau.

7. Hạt tải điện trong kim loại là

A. các êlectron của nguyên tử.

B. êlectron ở lớp trong cùng của nguyên tử.

C. các êlectron hóa trị đã bay tự do ra khỏi tinh thể.

D. các êlectron hóa trị chuyển động tự do trong mạng tinh thể.

8. Kim loại ***không*** có tính chất nào sau đây?

A. Điện trở suất tăng khi nhiệt độ tăng.

B. Hạt tải điện là các ion tự do.

C. Khi nhiệt độ không đổi, dòng điện tuân theo định luật Ôm.

D. Mật độ hạt tải điện không phụ thuộc nhiệt độ.

9. Câu nào **sai**?

A. Hạt tải điện trong kim loại là êlectron tự do.

B. Dòng điện trong kim loại tuân theo định luật Ôm nếu nhiệt độ trong kim loại được giữ không đổi.

C. Hạt tải điện trong kim loại là ion.

D. Dòng điện chạy qua dây dẫn kim loại gây ra tác dụng nhiệt.

10. Câu nào **đúng?**

Khi nhiệt độ của dây kim loại tăng, điện trở của nó sẽ

A. giảm đi.

B. không thay đổi.

C. tăng lên.

D. ban đầu tăng lên theo nhiệt độ nhưng sau đó lại giảm dần.

11. Câu nào dưới đây nói về hiện tượng nhiệt điện là **không đúng**?

A. Cặp nhiệt điện gồm hai dây dẫn điện có bản chất khác nhau hàn nối với nhau thành một mạch kín và hai mối hàn của nó được giữ ở hai nhiệt độ khác nhau.

B. Nguyên nhân gây ra suất điện động nhiệt điện là do chuyển động nhiệt của các hạt tải điện trong mạch điện có nhiệt độ không đồng nhất.

C. Suất điện động nhiệt điện $\mathscr{E}$ tỉ lệ nghịch với hiệu nhiệt độ ($T_1 - T_2$) giữa hai mối hàn của cặp nhiệt điện.

D. Suất điện động nhiệt điện $\mathscr{E}$ xấp xỉ tỉ lệ thuận với hiệu nhiệt độ ($T_1 - T_2$) giữa hai mối hàn của cặp nhiệt điện.

12. Chọn câu **đúng:**

Dòng điện trong kim loại là:

A. dòng dịch chuyển có hướng của các ion âm, êlectron tự do ngược chiều điện trường.

B. dòng dịch chuyển có hướng của các êlectron tự do ngược chiều điện trường.

C. dòng dịch chuyển có hướng của các ion và electrôn trong điện trường.

D. dòng dịch chuyển có hướng của các êlectron, lỗ trống theo chiều điện trường.

II. DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT ĐIỆN PHÂN

13. Chọn câu **đúng:**

Dòng điện trong chất điện phân là

A. dòng dịch chuyển có hướng của các ion dương theo chiều điện trường và các ion âm ngược chiều điện trường.

B. dòng dịch chuyển có hướng của các ion âm, êlectron tự do ngược chiều điện trường, iôn dương cùng chiều điện trường.

C. dòng dịch chuyển có hướng của các êlectron lỗ trống theo chiều điện trường.

D. dòng dịch chuyển có hướng của các ion và electrôn trong điện trường.

14. Chọn câu **đúng:**

Hiện tượng cực dương tan xảy ra khi:

A. điện phân một dung dịch muối kim loại mà anôt làm bằng kim loại

B. điện phân một dung dịch axít mà anôt làm bằng chính kim loại ấy.

C. điện phân một dung dịch muối kim loại mà anôt làm bằng chính kim loại ấy.

D. điện phân một dung dịch muối, axít, ba dơ mà mà anôt làm bằng kim loại

15. Chọn cụm từ điền vào chỗ trống để có phát biểu **đúng** về định luật Pha-ra-đây:

Khối lượng m của chất được giải phóng ra ở (1).... tỉ lệ với đương lượng hóa học $\frac{A}{n}$ của chất đó và với (2).... đi qua dung dịch điện phân.

A. (1) dung dịch; (2) năng lượng.
B. (1) điện cực; (2) dòng điện.
C. (1) điện cực; (2) điện lượng.
D. (1) nguồn điện; (2) hiệu điện thế.

16. Chọn câu trả lời **đúng**

Tinh thể muối ăn NaCl là:

A. vật dẫn điện vì có chứa các ion tự do.

B. vật dẫn điện vì có chứa các electron tự do.

C. vật dẫn điện vì có chứa các ion lẫn các electron tự do.

D. vật cách điện vì không chứa điện tích tự do.

17. Câu nào dưới đây nói về chuyển động của các hạt tải điện trong chất điện phân là ***không đúng?***

A. Khi dòng điện chạy qua bình điện phân thì các ion âm và electron đi về anôt còn các ion dương đi về catôt.

B. Khi dòng điện chạy qua bình điện phân thì chỉ có các electron đi về anôt còn các ion dương đi về catôt.

C. Khi dòng điện chạy qua bình điện phân thì các ion âm đi về anôt còn các ion dương đi về catôt.

D. Khi dòng điện chạy qua bình điện phân thì chỉ có các electron đi từ catôt về anôt.

18. Dòng điện trong chất điện phân là dòng chuyển dời có hướng của

A. các chất tan trong dung dịch.

B. các ion dương trong dung dịch.

C. các ion dương và ion âm dưới tác dụng của điện trường trong dung dịch.

D. các ion dương và ion âm theo chiều điện trường trong dung dịch.

19. Chọn phát biểu **đúng.**

A. Khi hòa tan axit, bazơ hoặc muối vào trong nước, tất cả các phân tử của chúng đều bị phân li thành các ion.

B. Số cặp ion được tạo thành trong dung dịch điện phân không thay đổi theo nhiệt độ.

C. Bình điện phân nào cũng có suất phản điện.

D. Khi có hiện tượng dương cực tan, dòng điện trong chất điện phân tuân theo định luật Ôm.

20. Kết quả cuối cùng của quá trình điện phân dung dịch $CuSO_4$ với điện cực bằng đồng là

A. không có thay đổi gì ở bình điện phân C. đồng bám vào catôt

B. anôt bị ăn mòn D. đồng chạy từ anôt sang catôt

21. Đối với dòng điện trong chất điện phân:

A. Khi hòa tan axit, bazơ, hoặc muối vào trong nước, các phân tử bị phân li thành các ion, ion dương là anion, ion âm là cation.

B. Trong dung dịch chất điện phân trung hòa điện, tổng số ion dương và tổng số ion âm bằng nhau.

C. Hạt tải điện trong dung dịch chất điện phân là các ion.

D. Dòng điện trong bình điện phân nào cũng tuân theo định luật Ôm.

22. Đối với định luật Fa-ra-đây:

A. Định luật Fa-ra-đây không áp dụng được cho quá trình điện phân các chất nóng chảy.

B. Trong công thức Fa-ra-đây, nếu I đo bằng ampe, t đo bằng giây, thì A và được đo bằng kilôgam.

C. Định luật Fa-ra-đây chỉ áp dụng được để tính lượng kim loại đọng ở catôt khi điện phân.

D. Định luật Fa-ra-đây áp dụng được cho cả chất đọng ở anôt lẫn chất đọng ở catôt khi điện phân.

23. Nguyên nhân làm xuất hiện các hat mang điện tự do trong chất điện phân là:

A. Do sự tăng nhiệt độ của chất điện phân.

B. Do sự chênh lệch điện thế giữa hai điện cực.

C. Do sự phân li của các phân tử chất tan trong dung môi.

D. Do sự trao đổi êlectrôn với các điện cực.

24. Do những nguyên nhân gì mà độ dẫn điện của chất điện phân tăng khi nhiệt độ tăng?

A. Chuyển động nhiệt của các phân tử tăng, nên khả năng phân li thành ion tăng do tác dụng của các va chạm;

B. Độ nhớt của dung dịch giảm làm cho các ion chuyển động được dễ dàng hơn.

C. Chuyển động nhiệt của các phân tử của điện cực tăng lên vì vậy tác dụng mạnh lên dung dịch.

D. Do cả A và B.

III. DÒNG ĐIỆN TRONG CHÂN KHÔNG

25. Câu nào dưới đây nói về chân không vật lí là ***không đúng***?

A. Chân không vật lí là một môi trường trong đó không có bất kỳ một phân tử, nguyên tử nào của các chất khí, lỏng, rắn.

B. Chân không vật lí là một môi trường trong đó các hạt chuyển động không bị va chạm với các hạt khác.

C. Có thể coi bên trong một bình là chân không vật lí khi các hạt chuyển động trong bình này có quãng đường bay tự do rất lớn so với kích thước của bình.

D. Chân không vật lí là một môi trường không chứa sẵn các hạt tải điện nên bình thường nó không dẫn điện.

26. Chọn câu trả lời **đúng**

Bản chất của tia catốt:

A. Tia catốt là chùm ion âm phát ra từ catốt bị nung nóng đỏ.

B. Tia catốt là chùm ion dương phát ra từ anốt.

C. Tia catốt là chùm êlectron phát ra từ catốt bị nung nóng đỏ.

D. Tia catốt là chùm tia sáng phát ra từ catốt bị nung nóng đỏ.

27. Dòng điện trong chân không sinh ra do chuyển động của

A. các êlectron phát ra từ catôt.

B. các êlectron mà ta đưa từ bên ngoài vào các điện cực đặt trong chân không.

C. các êlectron phát ra từ anôt bị đốt nóng đỏ.

D. các ion khí còn dư trong chân không.

28. Người ta kết luận tia catôt là dòng hạt tích điện âm vì

A. nó có mang năng lượng.

B. khi rọi vào vật nào nó làm cho vật ấy tích điện âm.

C. nó bị điện trường làm lệch hướng.

D. nó làm huỳnh quang thủy tinh.

29. Dòng điện trong chân không là:

A. dòng các êlectrôn được tạo thành do các tác nhân iôn hoá.

B. dòng các êlectrôn được tạo thành do va chạm.

C. dòng các êlectrôn bắn ra từ catôt khi cực này bị nung nóng.

D. dòng các êlectrôn bắn ra từ catôt khi cực này bị các iôn dương đập vào.

30. Đối với dòng điện trong chân không:

A. Tia catôt (tia âm cực) là dòng êlectron chuyển động có hướng trong chân không.

B. Quỹ đạo của êlectron trong tia catôt là một đường gấp khúc với điểm đầu và điểm cuối không trùng nhau.

C. Tốc độ của êlectron trong tia catôt tỉ lệ với điện trường E tại điểm quan sát.

D. Tia catôt bị điện từ trường làm lệch đường, nên nó phải là một dòng êlectron chuyển động có hướng.

31. Chọn phát biểu **đúng.**

A. Dòng điện trong chân không tuân theo định luật Ôm.

B. Khi hiệu điện thế đặt vào điôt chân không tăng lên, thì cường độ dòng điện tăng.

C. Dòng điện chạy trong điôt chân không chỉ theo một chiều từ anôt đến catôt.

D. Quỹ đạo của êlectron trong tia catôt không phải là một đường thẳng.

32. Tính chất nào **không** của tia catôt

A. Tia catôt truyền thẳng và phát ra vuông góc với mặt catôt.

B. Tia catôt mang năng lượng.

C. Tia catôt có thể đâm xuyên các lá kim loại mỏng (có chiều dày từ 0,003 – 0,03mm), có tác dụng lên kính ảnh và có khả năng ion hóa không khí.

D. Tia catôt không bị lệch trong điện trường, từ trường.

IV. DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT KHÍ

33. Câu nào dưới đây nói về sự phóng điện tự lực của chất khí là ***không đúng***?

A. Sự dẫn điện của chất khí gọi là tự lực nếu nó có thể xảy ra và duy trì được khi đốt nóng mạnh chất khí để phun các hạt tải điện vào nó.

B. Sự dẫn điện của chất khí gọi là tự lực nếu nó có thể xảy ra và duy trì được mà không cần phun các hạt tải điện vào nó.

C. Sự phóng điện tự lực của chất khí xảy ra khi có hiện tượng nhân hạt tải điện để tự tạo ra các hạt tải điện mới, làm tăng số lượng hạt tải điện khiến chất khí trở nên dẫn điện tốt.

D. Tùy thuộc vào cách tạo ra các hạt tải điện mới, sự phóng điện tự lực của chất khí được phân thành ba kiểu chính: phóng điện ẩn, phóng điện hồ quang, phóng điện tia lửa (tia điện).

34. Chọn câu **đúng:**

Dòng điện trong chất khí là

A. dòng dịch chuyển có hướng của các ion dương theo chiều điện trường và các ion âm ngược chiều điện trường.

B. dòng dịch chuyển có hướng của các ion âm, êlectron tự do ngược chiều điện trường

C. dòng dịch chuyển có hướng của các êlectron lỗ trống theo chiều điện trường

D. dòng dịch chuyển có hướng của các ion dương theo chiều điện trường và các ion âm, êlectron ngược chiều điện trường.

35. Dòng điện trong chất khí chỉ có thể là dòng chuyển dời có hướng của

A. các êlectron mà ta đưa vào trong chất khí.

B. các ion mà ta đưa từ bên ngoài vào trong chất khí.

C. các êlectron và ion mà ta đưa từ bên ngoài vào trong chất khí.

D. các êlectron và ion sinh ra trong chất khí hoặc đưa từ bên ngoài vào trong chất khí.

36. Hồ quang điện là quá trình phóng điện tự lực của chất khí, hình thành do

A. phân tử khí bị điện trường mạnh làm ion hóa.

B. catôt bị nung nóng phát ra êlectron.

C. quá trình nhân số hạt tải điện kiểu thác lũ trong chất khí.

D. chất khí bị tác dụng của các tác nhân ion hóa.

37. Đối với dòng điện trong chất khí:

A. Muốn có quá trình phóng điện tự lực trong chất khí thì phải có êlectron phát ra từ catôt.

B. Muốn có phóng điện tự lực trong chất khí, thì catôt phải được đốt nóng đỏ.

C. Khi phóng điện hồ quang, không phải các ion khí đập vào catôt làm phát ra êlectron.

D. Khả năng tạo thành tia điện trong chất khí chỉ tùy thuộc khoảng cách và hiệu điện thế giữa hai cực.

38. Đối với dòng điện trong các môi trường:

A. Tia lửa điện dễ xảy ra nhất khi điện cực là mũi nhọn.

B. Dòng điện trong chân không có thể không phải là dòng êlectron.

C. Khi nhiệt độ tăng thì điện trở suất của kim loại tăng, vì mật độ êlectron tự do giảm

D. Ở nhiệt độ rất thấp, điện trở suất của các vật liệu rắn đều nhỏ, nhưng lớn hơn không.

39. Chọn câu **đúng.**

A. Dòng điện trong chất khí là dòng các ion.

B. Dòng điện trong chất khí tuân theo định luật Ôm.

C. Dòng điện trong chất khí là dòng dịch chuyển có hướng của các ion dương theo chiều điện trường và các ion âm, êlectron ngược chiều điện trường.

D. Cường độ dòng điện trong chất khí ở áp suất bình thường tăng lên khi hiệu điện thế tăng.

V. DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT BÁN DẪN

40. Chọn câu **đúng:**

Dòng điện trong bán dẫn là

A. dòng dịch chuyển có hướng của các ion âm, êlectron tự do ngược chiều điện trường.

B. dòng dịch chuyển có hướng của các êlectron tự do ngược chiều điện trường

C. dòng dịch chuyển có hướng của các ion và electrôn trong điện trường

D. dòng chuyển dời có hướng của các êlectron và lỗ trống.

41. Câu nào dưới đây nói về chất bán dẫn là ***không đúng***?

A. Bán dẫn là chất trong đó các electron hóa trị liên kết tương đối chặt với lõi nguyên tử của chúng.

B. Bán dẫn không thể xem là kim loại hay chất cách điện.

C. Trong bán dẫn có hai loại hạt tải điện là electron và lỗ trống.

D. Chất bán dẫn có khe năng lượng rất lớn và rất khó tạo ra các hạt tải điện.

42. Câu nào dưới đây nói về phân loại chất bán dẫn là ***không đúng***?

A. Bán dẫn riêng là bán dẫn hoàn toàn tinh khiết, trong đó mật độ electron tự do bằng mật độ lỗ trống.

B. Bán dẫn tạp chất là bán dẫn trong đó các hạt tải điện chủ yếu được tạo ra bởi các nguyên tử tạp chất.

C. Bán dẫn loại n là bán dẫn trong đó mật độ lỗ trống lớn hơn rất nhiều mật độ electron tự do.

D. Bán dẫn loại p là bán dẫn trong đó mật độ electron tự do nhỏ hơn rất nhiều mật độ lỗ trống.

43. Chọn câu trả lời **đúng**

A. Êlectron tự do và lỗ trống đều mang điện tích âm.

B. Êlectron tự do và lỗ trống đều chuyển động ngược chiều điện trường.

C. Mật độ của các hạt tải điện phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố bên ngoài như nhiệt độ, tạp chất, mức độ chiếu sáng.

D. Độ linh động của các hạt tải điện hầu như không đổi khi nhiệt độ tăng.

44. Phát biểu nào dưới đây là **chính xác**?

Người ta gọi silic là chất bán dẫn vì

A. nó không phải là kim loại, cũng không phải là điện môi.

B. hạt tải điện trong đó có thể là êlectron và lỗ trống.

C. điện trở suất của nó rất nhạy cảm với nhiệt độ, tạp chất, và các tác nhân ion hóa khác.

D. Cả ba lí do trên.

45. Chất bán dẫn ***không*** có tính chất nào?

A. Có hệ số nhiệt điện trở âm.

B. Có hai loại hạt tải điện là êlectron tự do và lỗ trống.

C. Tính chất điện nhạy cảm với tạp chất.

D. Chỉ cho dòng điện chạy qua theo một chiều.

46. Chỉ ra câu ***sai.***

A. Lớp chuyển tiếp p–n là bộ phận quan trọng không thể thiếu của mọi linh kiện bán dẫn.

B. Lớp chuyển tiếp p–n trong tranzito cũng có tính chỉnh lưu.

C. Để có thể làm điện trở nhiệt có hệ số nhiệt điện trở âm và giá trị lớn, người ta có thể dùng bán dẫn pha tạp axepto.

D. Tranzito lưỡng cực cấu tạo bởi hai lớp chuyển tiếp p–n nối tiếp nhau, nhưng mạch điện gồm hai điôt bán dẫn mắc nối tiếp nhau không thể hoạt động như một tranzito.

47. Tìm câu **sai**.

A. Trong bán dẫn, mật độ êlectron luôn luôn nhỏ hơn mật độ lỗ trống.

B. Nhiệt độ càng cao, bán dẫn tinh khiết dẫn điện càng tốt.

C. Bán dẫn loại p tích điện dương, vì mật độ lỗ trống lớn hơn mật độ êlectron.

D. Bán dẫn có điện trở suất cao hơn kim loại, vì trong bán dẫn có hai loại hạt tải điện trái dấu, còn trong kim loại chỉ có một loại.

48. Chọn câu **đúng**.

A. Điện trở của lớp chuyển tiếp p–n là nhỏ, khi lớp chuyển tiếp được mắc vào nguồn điện theo chiều ngược.

B. Nhiệt độ càng cao, tính chỉnh lưu của lớp chuyển tiếp p–n càng kém.

C. Khi lớp chuyển tiếp p–n được hình thành thì luôn có dòng điện chạy theo chiều từ bán dẫn loại p sang bán dẫn loại n, do sự khuếch tán của các hạt tải điện cơ bản mạnh hơn so với sự khuếch tán của các hạt tải không cơ bản.

D. Khi lớp chuyển tiếp p–n được hình thành thì có dòng điện từ bán dẫn loại n sang bán dẫn loại p, do điện trường trong ở lớp tiếp xúc thúc đẩy chuyển động của các hạt tải điện thiểu số.

49. Chọn câu ***sai.***

A. Với cùng một hiệu điện thế ngược đặt vào một điôt chỉnh lưu, cường độ dòng điện ngược tăng khi nhiệt độ tăng.

B. Có thể dùng điốt phát quang để làm thí nghiệm minh họa tính chỉnh lưu của điôt.

C. Phôtôđiôt có thể tạo ra dòng điện, nếu lớp chuyển tiếp p–n của nó được chiếu bằng ánh sáng thích hợp, khi hai cực của phôtôđiôt được nối với một điện trở.

D. Có thể thay thế một tranzito n–p–n bằng hai điôt mắc chung ở phía bán dẫn loại p.

50. Chọn câu **đúng**.

Qua thí nghiệm về điôt, có người phán đoán về trị số điện trở của điôt như sau:

A. Không đổi, như dây dẫn kim loại.

B. Biến đổi theo hiệu điện thế.

C. Luôn tăng theo hiệu điện thế.

D. Luôn giảm theo hiệu điện thế.

51. Chọn câu **đúng.**

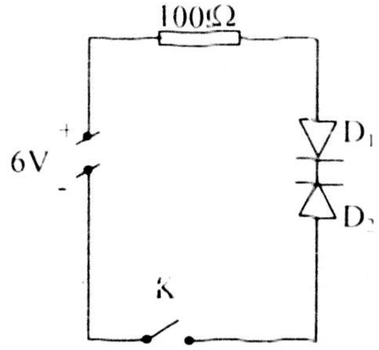
Người ta mắc hai đầu đèn LED với nguồn điện như Hình 51. Khi K đóng thì:

A. D_1 sáng, D_2 tắt.

B. D_1 tắt, D_2 sáng.

C. D_1, D_2 đều tắt.

D. D_1, D_2 đều sáng.



Hình 51

52. Khi hai kim loại tiếp xúc với nhau:

A. Luôn luôn có sự khuếch tán của các êlectrôn tự do và các iôn dương qua lại lớp tiếp xúc.

B. Luôn luôn có sự khuếch tán của các hạt mang điện tự do qua lại lớp tiếp xúc.

C. Các êlectrôn tự do chỉ khuếch tán từ kim loại có mật độ êlectrôn tự do lớn sang kim loại có mật độ êlectrôn tự do bé hơn.

D. Không có sự khuếch tán của các hạt mang điện qua lại lớp tiếp xúc nếu hai kim loại giống hệt nhau.

53. Khi tiến hành các phép đo tính chất điện của các vật liệu bán dẫn, người ta đều thực hiện trong điều kiện ánh sáng rất yếu hoặc trong bóng tối. Tại sao?

A. Ánh sáng gây ra các phản ứng quang hóa làm thay đổi tính chất hóa học của vật liệu.

B. Ánh sáng làm nhiệt độ thay đổi, làm thay đổi tính chất hóa học của vật liệu.

C. Ánh sáng thích hợp chiếu vào bán dẫn sẽ làm tăng số êlectron dẫn và lỗ trống trong bán dẫn, làm tăng độ dẫn điện của bán dẫn.

D. Do một nguyên nhân khác.

ĐÁP ÁN VÀ HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI

I. DÒNG ĐIỆN TRONG KIM LOẠI

1. Trả lời: Chọn A.

2. Trả lời: Chọn C.

Điện trở suất của kim loại được tính bởi công thức:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$$

⇒ ρ tăng dần đều theo hàm bậc nhất khi nhiệt độ tăng.

3. Trả lời: Chọn A.

Điện trở suất của một dây dẫn được tính bởi công thức:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$$

⇒ ρ tăng khi nhiệt độ của dây dẫn tăng.

4. Trả lời: Chọn D.

5. Trả lời: Chọn C.

6. Trả lời: Chọn B

7. Trả lời: Chọn D.

8. Trả lời: Chọn B.

9. Trả lời: Chọn C.

10. Trả lời: Chọn C.

11. Trả lời: Chọn C.

12. Trả lời: Chọn B.

II. DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT ĐIỆN PHÂN

13. Trả lời: Chọn A.

14. Trả lời: Chọn C.

15. Trả lời: Chọn C.

16. Trả lời: Chọn D.

17. Trả lời: Chọn C.

18. Trả lời: Chọn C.

19. Trả lời: Chọn D.

20. Trả lời: Chọn D.

21. Trả lời: Chọn C

22. Trả lời: Chọn D.

23. Trả lời: Chọn C.

24. Trả lời: Chọn D.

III. DÒNG ĐIỆN TRONG CHÂN KHÔNG

25. Trả lời: Chọn A.

26. Trả lời: Chọn C.

27. Trả lời: Chọn A.

28. Trả lời: Chọn B.

29. Trả lời: Chọn C.

30. Trả lời: Chọn A.

31. Trả lời: Chọn A.

32. Trả lời: Chọn D.

IV. DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT KHÍ

33. Trả lời: Chọn A.

34. Trả lời: Chọn D.

35. Trả lời: Chọn D.

36. Trả lời: Chọn B.

37. Trả lời: Chọn C.

38. Trả lời: Chọn A.

39. Trả lời: Chọn C.

V. DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT BÁN DẪN

40. Trả lời: Chọn D.

41. Trả lời: Chọn D.

Chất bán dẫn có khe năng lượng không lớn lắm nên dễ dàng tạo ra các hạt tải điện khi bị nung nóng hay chiếu các bức xạ...

42. Trả lời: Chọn C.

43. Trả lời: Chọn C.

44. Trả lời: Chọn D.

55. Trả lời: Chọn D.

46. Trả lời: Chọn D.

47. Trả lời: Chọn A.

48. Trả lời: Chọn B.

49. Trả lời: Chọn D.

50. Trả lời: Chọn B.

51. Trả lời: Chọn C.

52. Trả lời: Chọn B.

53. Trả lời: Chọn B.

Giải: Ta đã biết ánh sáng thích hợp chiếu vào bán dẫn sẽ làm tăng số êlectron dẫn và lỗ trống trong bán dẫn, làm tăng độ dẫn điện của bán dẫn. Đó là hiện tượng quang điện. Trong ánh sáng trắng có những thành phần có thể gây nên hiện tượng quang điện, do đó làm sai lệch các phép đo các tính chất điện của bán dẫn.

Chương IV.
TỪ TRƯỜNG

A. TÓM TẮT KIẾN THỨC CƠ BẢN

I. TỪ TRƯỜNG

1. Tương tác từ

Tương tác giữa nam châm với nam châm, giữa dòng điện với nam châm và giữa dòng điện với dòng điện đều gọi là tương tác từ.

2. Từ trường

a) Khái niệm từ trường

Đặt một nam châm thử gần một thanh nam châm hay một dòng điện, ta thấy có lực từ tác dụng lên nam châm thử. Xung quanh thanh nam châm hay xung quanh dòng điện có từ trường.

b) Điện tích chuyển động và từ trường

Lí thuyết chứng tỏ bản chất từ trường xung quanh nam châm hay xung quanh dòng điện đều giống nhau, từ trường thực chất do điện tích chuyển động tạo ra.

c) Tính chất cơ bản của từ trường

Tính chất cơ bản của từ trường là nó gây ra lực từ tác dụng lên một nam châm hay một dòng điện đặt trong nó.

d) Cảm ứng từ

Để đặc trưng cho từ trường về mặt gây ra lực từ, ta đưa vào một đại lượng vectơ gọi là *cảm ứng từ* và kí hiệu là B. Khi nam châm thử nằm cân bằng ở các điểm khác nhau trong từ trường thì nói chung nó định hướng theo các phương khác nhau. ***Ta quy ước lấy phương của nam châm thử nằm cân bằng tại một điểm là phương vectơ B của từ trường tại điểm đó, chiều từ cực Nam sang cực Bắc của nam châm thử là chiều của B.***

3. Đường sức từ

b) Đường sức từ

Đường sức từ là đường được vẽ sao cho hướng của tiếp tuyến tại bất kì điểm nào trên đường cũng trùng với hướng của vectơ cảm ứng từ tại điểm đó.

c) Các tính chất của đường sức từ

- Tại mỗi điểm trong từ trường, ta có thể vẽ được một đường sức từ đi qua.

- Các đường sức từ là những đường cong kín. Trong trường hợp nam châm, ở ngoài nam châm các đường sức từ đi từ cực Bắc, đi vào cực Nam của nam châm.
- Các đường sức từ không cắt nhau.
- Nơi nào cảm ứng từ lớn hơn thì các đường sức từ ở đó vẽ mau hơn (dày hơn), nơi nào cảm ứng từ nhỏ hơn thì các đường sức từ ở đó vẽ thưa hơn.

4. Từ trường đều

Một từ trường mà vectơ cảm ứng từ bằng nhau tại mọi điểm gọi là *từ trường đều*. Đường sức của từ trường đều là các đường thẳng song song cách đều.

II. PHƯƠNG VÀ CHIỀU CỦA LỰC TỪ TÁC DỤNG LÊN DÒNG ĐIỆN

1. Phương của lực từ tác dụng lên dòng điện

Lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện có phương vuông góc với mặt phẳng chứa đoạn dòng điện và vectơ cảm ứng từ tại điểm khảo sát.

2. Chiều của lực từ tác dụng lên dòng điện

Chiều của lực từ tác dụng lên dòng điện xác định dựa theo quy tắc bàn tay trái:

Đặt bàn tay trái sao cho các đường sức từ đâm xuyên vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều dòng điện, thì ngón cái choãi ra 90° chỉ chiều của lực từ tác dụng lên dòng điện.

3. Cảm ứng từ

Thay đổi cường độ dòng điện qua nam châm điện thì hằng số B có những giá trị khác nhau. Vì vậy người ta lấy hằng số B làm đại lượng đặc trưng cho từ trường của nam châm về mặt tác dụng lực gọi là cảm ứng từ của từ trường.

$$B = \frac{F}{Il\sin\alpha} \qquad (1)$$

- Trong hệ SI, đơn vị cảm ứng từ là *tesla*, kí hiệu là T.

4. Định luật Am-pe

Từ công thức (1) ta rút ra:

$$F = BIl\sin\alpha \qquad (2)$$

Đó là công thức của *định luật Am-pe* về lực từ tác dụng lên dòng điện trong trường hợp đoạn dòng điện và đường sức từ làm thành một góc α.

5. Nguyên lí chồng chất từ trường

Từ trường tuân theo *nguyên lí chồng chất từ trường*. Ta giả sử hệ có n nam châm. (hoặc dòng điện) Tại điểm M, từ trường của nam châm thứ nhất là $\vec{B}_1$ và của nam châm thứ hai là $\vec{B}_2$... Gọi $\vec{B}$ là từ trường của hệ thì theo nguyên lí chồng chất từ trường, ta có thể viết: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + ...\vec{B}_n$

III. TỪ TRƯỜNG CỦA MỘT SỐ DÒNG ĐIỆN CÓ DẠNG ĐƠN GIẢN

1. Từ trường của dòng điện thẳng

a) Các đường sức từ

Dạng của các đường sức từ

Các đường sức từ của dòng điện thẳng là các đường tròn đồng tâm nằm trong mặt phẳng vuông góc với dòng điện. Tâm của các đường sức từ là giao điểm của mặt phẳng và dòng điện.

Chiều của các đường sức từ

Chiều của đường sức từ và chiều của dòng điện có thể xác định theo quy tắc nắm tay phải:

Giơ ngón tay cái của bàn tay phải hướng theo chiều dòng điện, khum bốn ngón tay kia xung quanh dây dẫn thì chiều từ cổ tay đến các ngón tay là chiều của đường sức từ.

b) Công thức tính cảm ứng từ

Trong hệ SI cảm ứng từ của dòng điện thẳng đặt trong không khí được tính theo công thức:

$$\boxed{B = 2.10^{-7}\frac{I}{r}} \qquad (3)$$

với r là khoảng cách từ điểm khảo sát đến dòng điện.

2. Từ trường của dòng điện tròn

a) Các đường sức từ

Dạng của các đường sức từ

Đường sức từ tại tâm vòng tròn là một đường thẳng, các đường còn lại đều là đường cong.

Chiều các đường sức từ

Chiều dòng điện và chiều của các đường sức từ tuân theo quy tắc nắm tay phải sau đây:

Khum bàn tay phải theo vòng dây của khung sao cho chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều dòng điện trong khung ; ngón tay cái choãi ra chỉ chiều các đường sức từ xuyên qua mặt phẳng dòng điện.

b) Công thức tính cảm ứng từ

Cảm ứng từ *ở tâm* của dòng điện tròn đặt trong không khí được tính theo công thức sau:

$$\boxed{B = 2\pi 10^{-7}\frac{I}{R}} \qquad (4)$$

R là bán kính của dòng điện.

3. Từ trường của dòng điện trong ống dây

a) Các đường sức từ

Dạng các đường sức

Bên trong ống dây các đường sức song song với trục ống dây và cách đều nhau. Bên ngoài ống, dạng và sự phân bố các đường sức từ giống như một nam châm thẳng

Chiều các đường sức

Bên trong ống dây chiều của đường sức xác định theo quy tắc nắm tay phải như dòng điện tròn. Bên ngoài các đường sức đi ra từ một đầu và đi vào ở đầu kia của ống giống như một thanh nam châm thẳng. Do đó ta có thể coi một ống dây mang dòng điện cũng có hai cực, phía đầu ống mà các đường sức đi ra là cực Bắc, phía đầu kia là cực Nam.

b) Công thức tính cảm ứng từ

Nếu ống dây đặt trong không khí, cảm ứng từ bên trong ống dây được tính theo công thức:

$$\boxed{B = 4\pi 10^{-7}\, nI} \qquad (5)$$

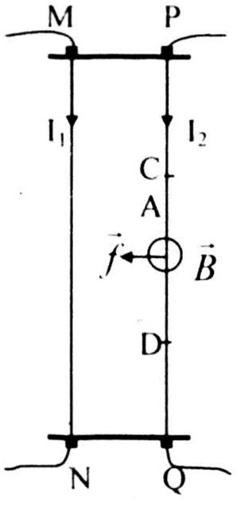
n là số vòng dây trên 1m chiều dài của ống.

IV. TƯƠNG TÁC GIỮA HAI DÒNG ĐIỆN THẲNG SONG SONG

1. Tương tác giữa hai dòng điện thẳng song song

a) Chiều của lực tương tác

Nếu hai dòng điện song song cùng chiều, theo quy tắc nắm tay phải thì vectơ cảm ứng từ của dòng điện MN tại điểm A có chiều hướng ra phía sau mặt phẳng hình vẽ. Áp dụng quy tắc bàn tay trái, ta thấy lực từ tác dụng lên CD có chiều hướng sang phía trái, nghĩa là nó bị hút về phía dòng điện MN. Nếu hai dòng điện song song ngược chiều thì hai dây đẩy nhau.



Hình 1. *Giải thích lực hút giữa hai dòng điện song song cùng chiều*

b) Công thức tính lực tương tác giữa hai dòng điện thẳng song song

Gọi cường độ dòng điện trong dây MN là I_1, trong dây PQ là I_2 cảm ứng từ của dòng I_1 tại điểm A là:

$$B = 2.10^{-7}\frac{I_1}{r}$$

Gọi *l* là chiều dài đoạn CD của dòng điện I_2. Áp dụng công thức (2) ta viết được biểu thức độ lớn của lực tác dụng lên đoạn CD:

$$f = 2.10^{-7}\frac{I_1}{r}I_2 l$$

Chia cả hai vế cho *l* ta được công thức xác định độ lớn của lực tác dụng lên một đơn vị chiều dài của dòng điện I_2:

$$\boxed{F = 2.10^{-7}\frac{I_1 I_2}{r}} \qquad (6)$$

2. Định nghĩa ampe

Vậy *ampe là cường độ của dòng điện không đổi khi chạy trong hai dây dẫn thẳng tiết diện nhỏ, rất dài, song song với nhau và cách nhau 1m trong chân không thì trên mỗi mét dài của mỗi dây có một lực từ bằng 2.10^{-7} N tác dụng.*

V. LỰC LO-REN-XƠ

1. Lực Lo-ren-xơ

Lực mà từ trường tác dụng lên một hạt mang điện chuyển động trong nó gọi là lực Lo-ren-xơ

a) Phương của lực Lo-ren-xơ

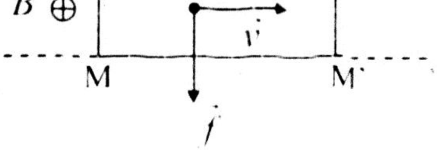
Lực Lo-ren-xơ có phương vuông góc với mặt phẳng chứa vectơ vận tốc của hạt mang điện và vectơ cảm ứng từ tại điểm khảo sát.

b) Chiều của lực Lo-ren-xơ

Chiều của lực Lo-ren-xơ tác dụng lên một điện tích dương tuân theo quy tắc bàn tay trái như lực từ tác dụng lên dòng điện. Chiều của lực Lo-ren-xơ tác dụng lên điện tích âm thì ngược lại.

c) Độ lớn của lực Lo-ren-xơ

Nếu vectơ vận tốc của hạt không vuông góc mà làm thành với vectơ cảm ứng từ một góc α thì người ta chứng minh rằng, độ lớn của lực Lo-ren-xơ được xác định theo công thức sau:



Hình 2

$$\boxed{f = q\,v\,B\sin\alpha} \qquad (7)$$

với q là giá trị tuyệt đối của điện tích của hạt.

Độ lớn của lực Lo-ren-xơ tác dụng lên hạt chuyển động trong từ trường theo phương vuông góc với đường sức từ là:

$$f = qvB \qquad (8)$$

VI. KHUNG DÂY CÓ DÒNG ĐIỆN ĐẶT TRONG TỪ TRƯỜNG

1. Khung dây đặt trong từ trường

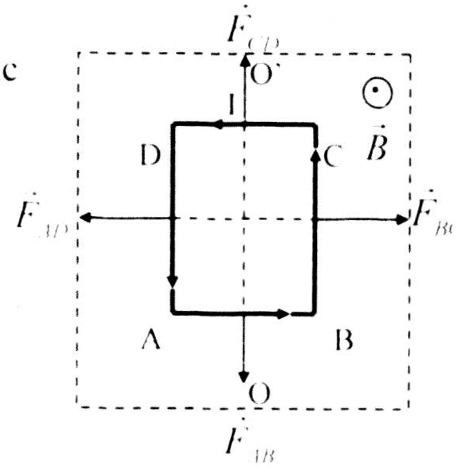
a) Momen ngẫu lực từ tác dụng lên khung dây có dòng điện

Momen ngẫu lực tác dụng lên khung dây.

+ Biểu thức độ lớn của lực từ tác dụng lên các cạnh BC và AD:

Gọi cảm ứng từ của nam châm là B, cường độ dòng điện chạy trong khung là I, chiều dài các cạnh BC và AD là L, chiều dài các cạnh AB và DC là l. Vì các cạnh BC, AD đều vuông góc với đường sức từ ($\sin\alpha = 1$) theo định luật Am-pe ta có các biểu thức sau:

$$F_{BC} = F_{AD} = IBL$$



Hình 3. *Lực từ tác dụng lên khung dây đặt vuông góc với* $\vec{B}$

Gọi M là độ lớn của momen ngẫu lực tác dụng lên khung:

$$M = F_{BC}l = IBLl$$

Gọi S là diện tích của phần mặt phẳng giới hạn bởi khung dây thì $Ll = S$. Do đó ta có:

$$M = IBS$$

Trong trường hợp các đường sức từ không nằm trong mặt phẳng khung dây thì người ta chứng minh rằng, độ lớn của momen ngẫu lực từ được tính theo công thức:

$$\boxed{M = IBS\sin\theta} \qquad (9)$$

Với θ là góc hợp bởi vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ và vectơ pháp tuyến $\vec{n}$ với mặt phẳng khung dây. Chú ý là chiều của vectơ $\vec{n}$ phải tuân theo quy ước sau: quay cái đinh ốc theo chiều dòng điện trong khung, thì chiều tiến của cái đinh ốc là chiều của vectơ $\vec{n}$.

VII. TỪ TRƯỜNG TRÁI ĐẤT

1. Độ từ thiên. Độ từ khuynh

a) Độ từ thiên

Các đường sức từ của từ trường Trái Đất nằm trên mặt đất gọi là các kinh tuyến từ.

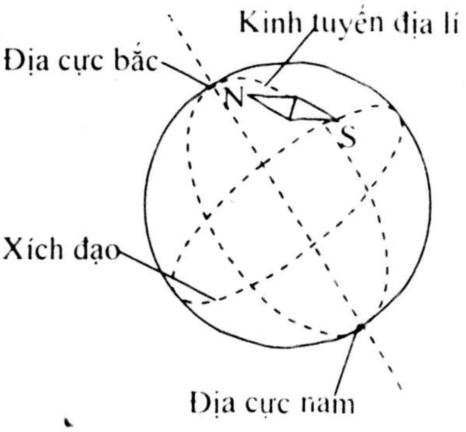
Góc lệch giữa kinh tuyến từ và kinh tuyến địa lí gọi là độ từ thiên (hay góc từ thiên), kí hiệu là D.

b) Độ từ khuynh

Góc hợp bởi kim nam châm của la bàn từ khuynh và mặt phẳng nằm ngang gọi là độ từ khuynh (hay góc từ khuynh) kí hiệu là I

2. Các từ cực của Trái Đất

Trái Đất có hai địa cực được gọi là Bắc cực và Nam cực. Ngoài ra nó còn có hai từ cực. Cực Bắc của kim la bàn hướng về phía Bắc cực, cực Nam hướng về phía Nam cực. Điều đó có nghĩa là chiều đường sức từ của Trái Đất là chiều Nam – Bắc. Vì vậy, từ cực nằm ở Nam bán cầu phải gọi là từ cực Bắc, còn từ cực nằm ở Bắc bán cầu phải gọi là từ cực Nam.



B. BÀI TẬP TỰ LUẬN

TỪ TRƯỜNG CỦA DÒNG ĐIỆN

I. DÒNG ĐIỆN THẲNG

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 1.1. Một dòng điện 20A chạy trong một dây dẫn thẳng, dài đặt trong không khí.

a) Tính cảm ứng từ tại những điểm cách dây dẫn 10cm.

b) Tìm những điểm tại đó cảm ứng từ lớn gấp đôi, nhỏ bằng nửa giá trị của B tính ở câu a).

Giải: a) $B = 2.10^{-7}\dfrac{I}{d} = 2.10^{-7}\dfrac{20}{0,1} = 4.10^{-5}$Tesla

b) Ta biết cảm ứng từ do dây dẫn thẳng có dòng điện gây ra tại một điểm tỉ lệ nghịch với khoảng cách từ các điểm đến dây dẫn.

Do đó: $\dfrac{B_1}{B} = \dfrac{d}{d_1}$

- $B_1 = 2B \Rightarrow d_1 = \frac{d}{2} = 5cm$

Quỹ tích những điểm này là một mặt trụ tròn xoay có bán kính 5cm và có trục là dây dẫn.

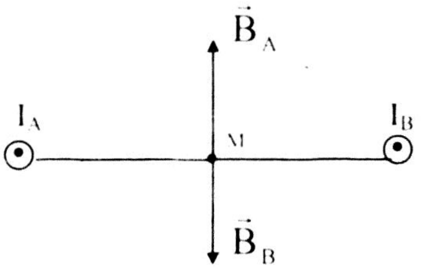
- $B_1 = \frac{B}{2} \Rightarrow d_1 = 2d = 20cm$

Quỹ tích những điểm này là một mặt trụ tròn xoay có bán kính 20cm và có trục là dây dẫn.

* Chiều cao của các mặt trụ bằng chiều dài dây dẫn.

Bài 1.2. Cho hai dây dẫn thẳng dài vô hạn A, B song song cách nhau một khoảng d. Dòng điện qua 2 dây dẫn cùng chiều và cường độ $I_A = 2I_B$. Hãy xác định vị trí các điểm (quỹ tích các điểm) tại đó từ trường bằng 0.

Áp dụng số: d = 6cm.



Hình 1.2G

Giải: Gọi $\vec{B}_A$, $\vec{B}_B$ lần lượt là cảm ứng từ do các dòng điện I_A, I_B gây ra tại M. Cảm ứng từ tại M là: $\vec{B} = \vec{B}_A + \vec{B}_B$.

Muốn cho $\vec{B} = 0$ thì $\vec{B}_A = -\vec{B}_B$ ($\vec{B}_A$ và $\vec{B}_B$ trực đối nhau). Vậy M phải nằm trong mặt phẳng tạo bởi 2 dây dẫn A, B.

Gọi x là khoảng cách từ M đến dây A:

Ta có: $B_A = 2.10^{-7}\frac{I_A}{x}$ và $B_B = 2.10^{-7}\frac{I_B}{d-x}$

Vì $B_A = B_B \Rightarrow 2.10^{-7}\frac{I_A}{x} = 2.10^{-7}\frac{I_B}{d-x} \Rightarrow \frac{I_A}{x} = \frac{I_B}{d-x}$

$I_A = 2I_B$ nên $\frac{I_A}{x} = \frac{I_B}{d-x} \Leftrightarrow \frac{2}{x} = \frac{1}{d-x}$

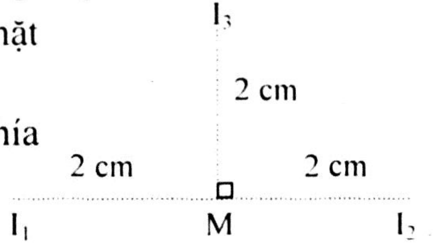
Suy ra $x = \frac{2d}{3} = 4cm$

Bài 1.3. Cho ba dòng điện thẳng song song vuông góc với mặt phẳng hình vẽ. Khoảng cách từ điểm M đến ba dòng điện được cho trên Hình 1.3. Hãy xác định vectơ cảm ứng từ tại M trong hai trường hợp:

a) Cả ba dòng điện đều hướng ra phía trước mặt phẳng hình vẽ.

b) I_1 hướng ra phía sau, I_2 và I_3 hướng ra phía trước mặt phẳng hình vẽ.

Cho $I_1 = I_2 = I_3 = 10$ A.



Hình 1.3

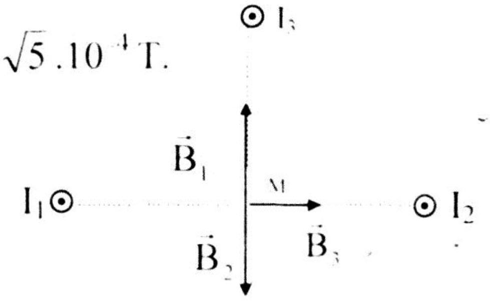
Giải: a) $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$ (Hình 1.3Ga).

Vì $\vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \vec{0}$ nên $\vec{B} = \vec{B}_3$.

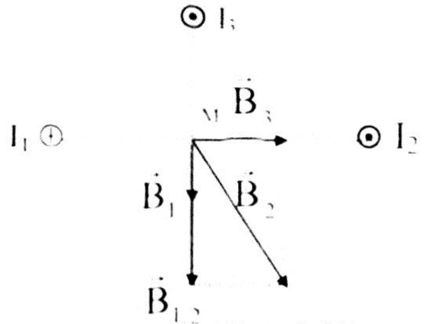
Ta có: $B = B_3 = 2.10^{-7}\dfrac{I}{r} = 10^{-4}$ T.

b) $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 = \vec{B}_{1,2} + \vec{B}_3$. Trong đó $\vec{B}_{1,2} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$. Vectơ $\vec{B}$ được biểu diễn trên Hình 1.3Gb. $B^2 = B_{1,2}^2 + B_3^2$. $B_{1,2} = 2.10^{-4}$ T. $B_3 = 10^{-4}$ T.

$B = \sqrt{5}.10^{-4}$ T.



Hình 1.3Ga



Hình 1.3Gb

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 1.4. Hai dây dẫn dài song song với nhau, nằm cố định trong mặt phẳng P và cách nhau một khoảng d. Dòng điện chạy trong 2 dây dẫn có cùng cường độ I. Tính cảm ứng từ tại những điểm nằm trong mặt phẳng P và cách đều 2 dây dẫn trong 2 trường hợp:

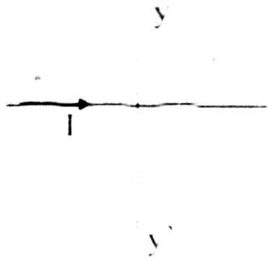
a) Dòng điện trong 2 dây dẫn cùng chiều.

b) Dòng điện trong 2 dây dẫn ngược chiều.

Cho biết I = 10A, d = 16cm. Các dây dẫn đặt trong không khí.

Bài 1.5. Cho 3 dây dẫn thẳng dài vô hạn, A, B, C song song cách đều nhau một khoảng a và cùng nằm trong một mặt phẳng. Dòng điện qua các dây dẫn cùng chiều và bằng nhau. Tìm quỹ tích các điểm tại đó từ trường bằng 0. Áp dụng a = 5cm.

Bài 1.6. Cho dòng điện thẳng I nằm trong mặt phẳng hình vẽ, có chiều từ trái sang phải như trên Hình 1.6, y'y là đường thẳng vuông góc với dòng điện và cũng nằm trong mặt phẳng hình vẽ. Xét hai điểm M, N trên y'y. $B_M = 2.8.10^{-5}$ T, $B_N = 4.2.10^{-5}$ T.



Hình 1.6

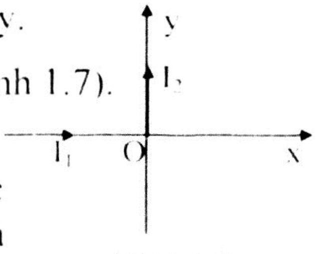
a) Bằng cách vẽ hãy chỉ ra chiều của các vectơ $\vec{B}_M$, $\vec{B}_N$.

b) Gọi O là trung điểm của MN. Xác định vectơ cảm ứng từ tại O.

Bài 1.7. Hai dòng điện thẳng đặt vuông góc với nhau, không nối với nhau tại điểm bắt chéo, cùng nằm trong một mặt phẳng.

Dòng I_1 đặt dọc theo trục Ox, dòng I_2 dọc theo trục Oy.

Chiều các dòng đó cùng chiều với các trục tọa độ (Hình 1.7).

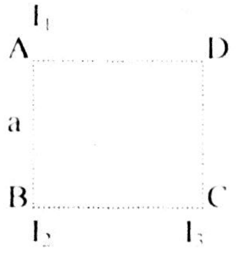


Hình 1.7

a) Hãy thành lập biểu thức tính cảm ứng từ tại các điểm trên đường thẳng $y = -x$. Chỉ rõ chiều của vectơ cảm ứng từ tại các điểm trên đường đó.

b) Tìm những điểm mà tại đó cảm ứng từ bằng không.

Bài 1.8. Cho ba dòng điện thẳng song song, vuông góc với mặt phẳng hình vẽ và qua ba điểm A, B, C (Hình 1.8). A, B, C là ba đỉnh của hình vuông. Hãy xác định vectơ cảm ứng từ tại đỉnh thứ tư D của hình vuông trong hai trường hợp:



Hình 1.8

a) Cả ba dòng điện đều hướng ra phía sau mặt phẳng hình vẽ.

b) I_1, I_3 hướng ra phía sau còn I_2 hướng ra phía trước mặt phẳng hình vẽ.

Cho biết cạnh hình vuông bằng 10 cm và $I_1 = I_2 = I_3 = 5$ A.

Bài 1.9. Hai dây dẫn thẳng, dài, song song cách nhau một khoảng cố định 42 cm. Trong dây thứ nhất có dòng điện $I_1 = 3$ A, dây thứ hai có dòng điện $I_2 = 1.5$ A. Hãy tìm những điểm mà tại đó cảm ứng từ bằng không. Xét hai trường hợp:

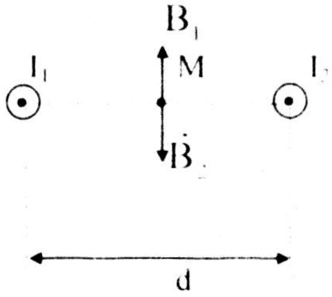
a) Hai dòng điện cùng chiều. b) Hai dòng điện ngược chiều.

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 1.4. Giải: a/ Giả sử hai dòng điện vuông góc với mặt phẳng hình vẽ và hướng từ trong ra.

Cảm ứng từ do I_1 gây ra tại M có chiều như hình vẽ và có độ lớn

$$B_1 = 2.10^{-7}.\frac{I_1}{\frac{d}{2}}$$



Hình 1.4Ga

Vì $I_1 = I_2 \Rightarrow B_1 = B_2$

$\vec{B}_1$ và $\vec{B}_2$ ngược hướng và có cùng độ lớn nên:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 0$$

Vậy: Cảm ứng từ tại M bằng 0.

b/ Trường hợp hai dòng điện ngược chiều:

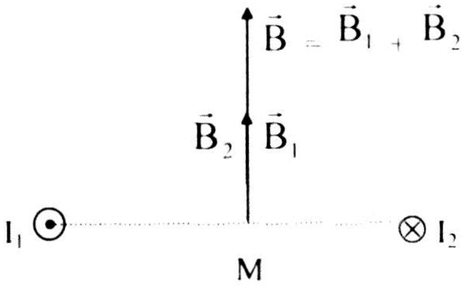
Dễ dàng nhận thấy $\vec{B}_1$ và $\vec{B}_2$ cùng hướng và có cùng độ lớn:

$$B_1 = B_2 = 2.10^{-7}.\frac{I}{\frac{d}{2}}$$

Do đó: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

$$B = 2B_1 = 4.\ 10^{-7}.\ \frac{I}{\frac{d}{2}}$$

$$B = 5.\ 10^{-5}T$$


$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$
$\vec{B}_2$
$\vec{B}_1$
I_1
I_2
M

Hình 1.4Gb

Bài 1.5. Giải: Vì $\vec{B}_M = \vec{B}_A + \vec{B}_B + \vec{B}_C = 0$

nên điểm M nằm trong mặt phẳng của các dây dẫn và ở trong khoảng giữa 2 dây ngoài rìa (dây A và C).

Chọn A làm gốc và chiều như hình vẽ.

Ta có:

$\overline{AM} = x$

$\overline{BM} = \overline{BA} + \overline{AM} = -a + x$

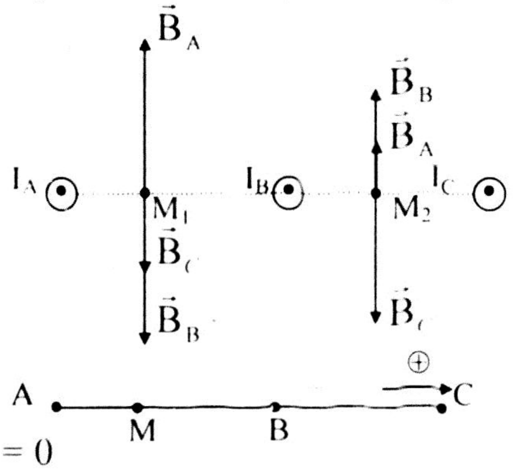
$\overline{CM} = \overline{CA} + \overline{AM} = -2a + x$

Ta có: $B_A + B_B + B_C = 0$

$$\Leftrightarrow 2.10^{-7}\frac{I}{x} + 2.10^{-7}\frac{I}{-a + x} + 2.10^{-7}\frac{I}{-2a + x} = 0$$

hay $$\frac{1}{x} + \frac{1}{-a + x} + \frac{1}{-2a + x} = 0$$

hay $$3x^2 - 6ax + 2a^2 = 0$$


$\vec{B}_A$
$\vec{B}_B$
$\vec{B}_A$
I_A
I_B
I_C
M_1
M_2
$\vec{B}_C$
$\vec{B}_B$
$\vec{B}_C$
⊕
A
M
B
C

Hình 1.5G

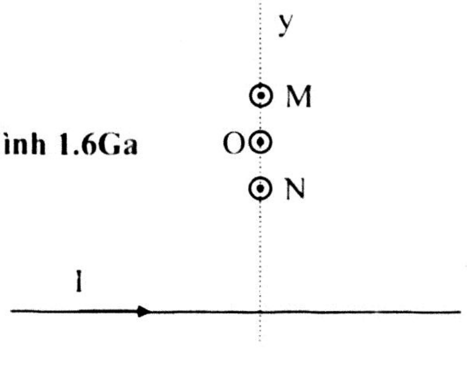
Giải phương trình bậc 2, ta có: $x_1 = a - \frac{a\sqrt{3}}{3} = 2,1cm$

$$x_2 = a + \frac{a\sqrt{3}}{3} = 7,9cm$$

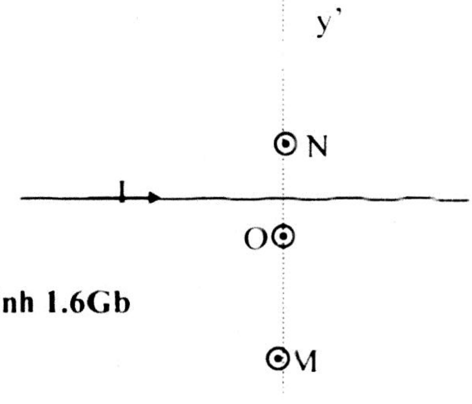
Vậy quỹ tích những điểm có từ trường bằng 0 gồm 2 đường thẳng song song với các đường A, B, C:

- Đường thứ 1 cách A 2,1cm (ở giữa A và B).
- Đường thứ 2 cách A 7,9cm (ở giữa B và C).

Bài 1.6. Giải: a) Trường hợp M, N ở cùng một phía đối với dòng điện.



Hình 1.6Ga



Hình 1.6Gb

Chiều của $\vec{B}_M$, $\vec{B}_N$ được chỉ rõ trên Hình 1.6Ga.

Trường hợp M, N ở hai phía, chiều của $\vec{B}_M$, $\vec{B}_N$ được chỉ rõ trên Hình 1.6Gb.

b) Trường hợp M, N ở cùng một phía đối với I:

$$B_M = 2.10^{-7}\frac{I}{r_M}\ ;\ B_N = 2.10^{-7}\frac{I}{r_N}$$

$$B_0 = 2.10^{-7}\frac{I}{r_o}\ \text{với}\ r_o = \frac{r_M + r_N}{2}$$

$$B_0 = 2.10^{-7}I\frac{2}{r_M + r_N} = \frac{2M_MB_N}{B_M + B_N} = 3{,}36.10^{-5}\ \text{T}.$$

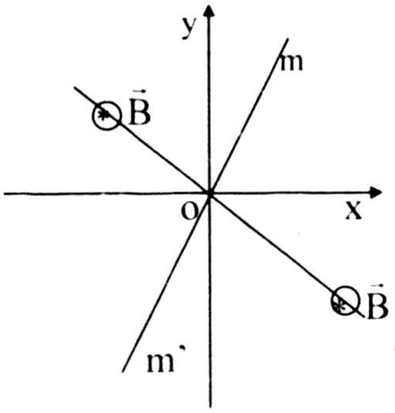
Trường hợp M, Nở hai phía đối với I:

$$r_o = \frac{r_M - r_N}{2} \Rightarrow B_0 = 2.10^{-7}I\frac{2}{r_M - r_N} = \frac{2M_MB_N}{B_M - B_N} = 16{,}8.10^{-5}\ \text{T}.$$

Bài 1.7. Giải: a) $B_1 = 2.10^{-7}\frac{I_1}{|y|}$, $B_2 = 2.10^{-7}\frac{I_2}{|x|}$.

$$B = B_1 + B_2 = 2.10^{-7}\frac{I_1 + I_2}{|x|}.$$

Chiều của $\vec{B}$ ứng với các trường hợp x > 0 ; x < 0 đã chỉ rõ trên Hình 6.28G.



Hình 1.7G

b) $\vec{B}_1 = -\vec{B}_2 \rightarrow \frac{I_1}{|y|} = \frac{I_2}{|x|}$

$\rightarrow y = \frac{I_1}{I_2}x$, nếu $I_1 > I_2$ thì đó là đường m'm trên Hình 1.7G.

Bài 1.8. Giải: a) $\vec{B}_{1,3} = \vec{B}_1 + \vec{B}_3$; $B_1 = 2.10^{-7}\frac{I}{a} = 10^{-5}$ T.

$$B_{1,3} = 2B_1\cos45^o = \sqrt{2}.10^{-5}\ \text{T}.$$

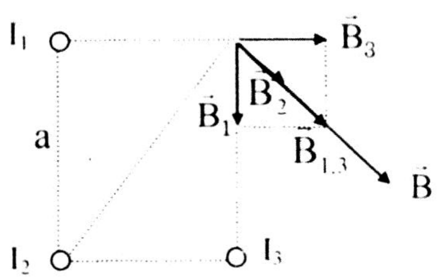
$$B_2 = 2.10^{-7}\frac{I}{\sqrt{2}a} = \frac{\sqrt{2}.10^{-5}}{2}\ \text{T}.$$

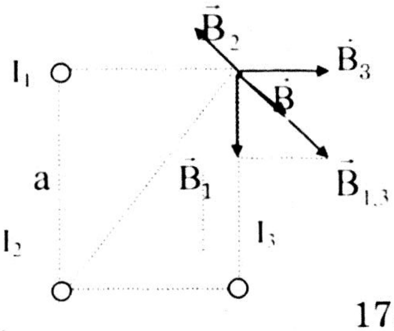
$$\vec{B} = \vec{B}_2 + \vec{B}_1 + \vec{B}_3 = \vec{B}_2 + \vec{B}_{1,3}.$$

Vectơ $\vec{B}$ được vẽ trên Hình 1.8Ga.

$$B = \frac{3}{2}B_{1,3} = \frac{3\sqrt{2}}{2}10^{-5}\ \text{T}.$$

Hình 1.8Ga





Hình 1.8Gb

b) Vì dòng điện I_2 hướng ra phía trước mặt phẳng hình vẽ nên $\vec{B}_2$ ngược chiều với $\vec{B}_{1,3}$.

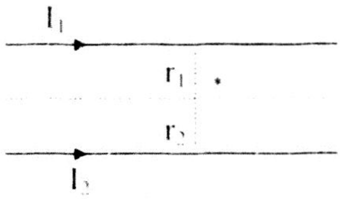
$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_3 + \vec{B}_2 = \vec{B}_{1,3} + \vec{B}_2$$

Vectơ $\vec{B}$ được vẽ trên Hình 1.9Gb.

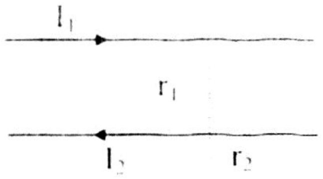
$$B = B_{1,3} - B_2 = \frac{\sqrt{2}.10^{-5}}{2}\ \text{T}.$$

Bài 1.9. Giải: a) Chỉ cần xét những điểm nằm trong mặt phẳng chứa hai dòng điện (Hình 1.9Ga). Giả sử cảm ứng từ tại M bằng không. Nếu vậy thì có thể viết $2.10^{-7}\frac{I_1}{r_1} = 2.10^{-7}\frac{I_2}{r_2}$. Rút ra $\frac{r_1}{r_2} = \frac{I_1}{I_2} = 2$.

Ngoài ra, ta có: $r_1 + r_2 = 42$ cm. Vậy $r_1 = 28$ cm, $r_2 = 14$ cm. Đó là những điểm nằm trên đường thẳng song song với I_1, I_2 và cách I_2 14 cm.



Hình 1.9Ga



Hình 1.9Gb

b) Giả sử tại N (Hình 1.9Gb) cảm ứng từ bằng không. Nếu vậy ta có $r_1 = 2r_2$. Đồng thời $r_1 - r_2 = 42$ cm. Rút ra $r_2 = 42$ cm. Đó là những điểm nằm trên đường thẳng song song với I_1, I_2 và cách I_2 42 cm.

II. DÒNG ĐIỆN TRÒN VÀ ỐNG DÂY

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 2.1. Một khung dây tròn bán kính 30cm gồm 10 vòng dây. Cường độ dòng điện trong mỗi vòng dây là 0,30A. Tính cảm ứng từ tại tâm của khung dây.

Giải: Cảm ứng từ tại tâm của khung dây tròn gồm N vòng dây khi có dòng điện chạy qua là: $B = 2\pi.10^{-7}.\frac{NI}{R} = 2\pi.10^{-7}.\frac{10.0,3}{0,3} = 2\pi.10^{-6}$T

hay $B = 6,28.10^{-6}$T

Bài 2.2. Dùng một dây đồng có phủ một lớp sơn cách điện mỏng, quấn quanh một hình trụ dài 50 cm, đường kính 4 cm để làm một ống dây. Hỏi nếu cho dòng điện cường độ $I = 0,10$ A vào ống dây, thì cảm ứng từ bên trong ống dây bằng bao nhiêu? Cho biết sợi dây để làm ống dây dài $l = 95$ cm và các vòng dây được quấn sát nhau.

Giải: Số vòng dây của ống là $\frac{l}{\pi d}$. Số vòng dây trên một đơn vị dài của ống: $n = \frac{l}{\pi d.0,5}$ (d là đường kính ống dây).

$$B = 4\pi.10^{-7}nI = 4\pi.10^{-7}\frac{l}{\pi d.0,5}I = 4.10^{-7}\frac{l}{0,5d}I = 19.10^{-5}\ T.$$

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 2.3. Một khung dây tròn bán kính R = 4 cm gồm 10 vòng dây. Dòng điện chạy trong mỗi vòng dây có cường độ I = 0,3 A. Tính cảm ứng từ tại tâm của khung.

Bài 2.4. Một khung dây tròn gồm 24 vòng dây, mỗi vòng dây có dòng điện I = 0,5 A chạy qua. Theo tính toán thì cảm ứng từ ở tâm khung bằng $6,3.10^{-5}$ T. Nhưng khi đo thì thấy cảm ứng từ ở tâm bằng $4,2.10^{-5}$ T. Kiểm tra lại các vòng dây thấy có một số vòng quấn nhầm, chiều quấn của các vòng này ngược chiều quấn của đa số vòng trong khung.

a) Hỏi có bao nhiêu vòng dây bị quấn nhầm?

b) Tính bán kính của khung dây.

Bài 2.5. Tính cảm ứng từ tại tâm của hai vòng tròn dây dẫn đồng tâm: bán kính một vòng là R, vòng kia là 2R; trong mỗi vòng có dòng điện cường độ I chạy qua. Xét các trường hợp sau:

a) hai vòng nằm trong cùng một mặt phẳng, hai dòng điện cùng chiều.

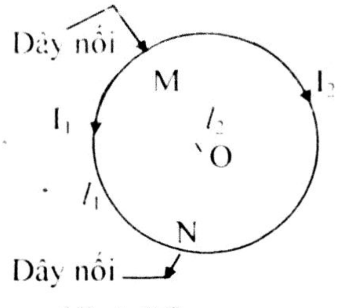
b) hai vòng nằm trong cùng một mặt phẳng, hai dòng điện ngược chiều.

c) hai vòng nằm trong hai mặt phẳng vuông góc với nhau.

Áp dụng số: I = 10 A, R = 8 cm.

Bài 2.6. Hai sợi dây đồng giống nhau được uốn thành hai khung dây tròn, một khung chỉ có một vòng, khung kia có hai vòng. Nối hai đầu của khung vào hai cực của một nguồn điện. Hỏi cảm ứng từ tại tâm của khung nào lớn hơn và lớn hơn bao nhiêu lần?

Bài 2.7. Nối hai điểm M, N của vòng tròn dây dẫn (Hình 2.7) với hai cực một nguồn điện. Tính cảm ứng từ tại tâm O của vòng tròn? Coi cảm ứng từ do dòng điện trong các dây nối sinh ra tại O là không đáng kể.

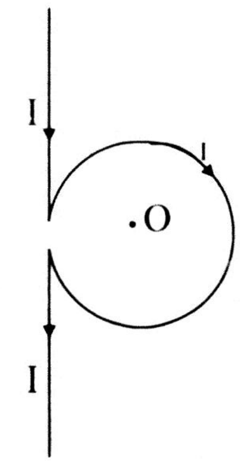


Hình 2.7

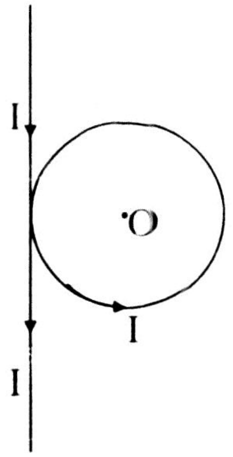
Bài 2.8. Một dây dẫn rất dài được căng thẳng, trong đó có một đoạn nhỏ ở khoảng giữa dây được uốn thành một vòng tròn bán kính 1,5 cm. Cho dòng điện I = 3 A chạy trong dây dẫn. Xác định vectơ cảm ứng từ tại tâm O của vòng tròn trong hai trường hợp:

a) Vòng tròn được uốn như Hình 2.8a.

b) Vòng tròn được uốn như Hình 2.8b, trong đó chỗ bắt chéo hai đoạn dây không nối với nhau.



Hình 2.8a



Hình 2.8b

Bài 2.9. Một ống dây dài có 1200 vòng dây đặt trong không khí. Cảm ứng từ bên trong ống dây (không kể từ trường trái đất là $B = 7{,}5.10^{3}$T). Tính cường độ dòng điện trong ống dây. Cho biết ống dây dài 20cm.

Bài 2.10. Dùng loại dây đồng đường kính 0,5 mm có phủ lớp sơn cách điện mỏng để quấn thành một ống dây dài. Ống dây có năm lớp nối tiếp với nhau sao cho dòng điện trong tất cả các vòng dây của các lớp đều cùng chiều. Các vòng dây của mỗi lớp được quấn sát nhau. Hỏi khi cho dòng điện cường độ I = 0,15 A vào ống dây thì cảm ứng từ bên trong ống dây bằng bao nhiêu?

Bài 2.11. Dùng một dây đồng đường kính d = 0,8 mm có một lớp sơn cách điện mỏng, quấn quanh một hình trụ có đường kính D = 4 cm để làm một ống dây. Khi nối hai đầu ống dây với nguồn điện có hiệu điện thế U = 3,3 V thì cảm ứng từ bên trong ống dây bằng $15{,}7.10^{-4}$ T. Tính chiều dài của ống dây và cường độ dòng điện trong ống. Cho biết điện trở suất của đồng là $\rho = 1{,}76.10^{-8}\ \Omega$m. Các vòng dây được quấn sát nhau.

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 2.3. Giải: $B = 2\pi.10^{-7}\dfrac{10I}{R} = 1{,}5\pi.10^{-5}\,\text{T} = 4{,}7.10^{-5}\,\text{T}.$

Bài 2.4. Giải: a) Có 8 vòng dây không gây ra cảm ứng từ, vậy có 4 vòng bị quấn nhầm.

b) $R = 2\pi.10^{-7}\dfrac{16I}{B} = 0{,}12$ m.

Bài 2.5. Giải: a) $B = 2\pi.10^{-7}\left(\dfrac{I}{R}+\dfrac{I}{2R}\right) = 3\pi.10^{-7}\dfrac{I}{R} = 11{,}8.10^{-5}\,\text{T}.$

b) $B = 2\pi.10^{-7}\left(\frac{I}{R} - \frac{I}{2R}\right) = \pi.10^{-7}\frac{I}{R} = 3.9.10^{-5}$ T.

c) $B^2 = \left(2\pi.10^{-7}\frac{I}{R}\right)^2 + \left(2\pi.10^{-7}\frac{I}{2R}\right)^2$

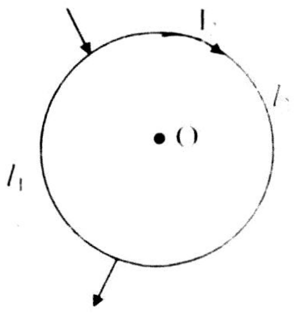
$B = 2\pi.10^{-7}\frac{I}{R}\sqrt{\frac{5}{4}} = \sqrt{5}\,\pi.10^{-7}\frac{I}{R} = 8.8.10^{-5}$ T.

Bài 2.6. Giải: Gọi bán kính khung dây chỉ có một vòng là R thì bán kính khung dây có hai vòng là $\frac{R}{2}$. Dòng điện trong khung thứ nhất là I, trong khung thứ hai là 2I. Vậy cảm ứng từ tại tâm của khung thứ hai lớn gấp bốn lần khung thứ nhất.

Bài 2.7. Giải: Vectơ cảm ứng từ do I_1 và I_2 gây ra tại O có chiều ngược nhau.

$B_1 = 2\pi.10^{-7}\frac{I_1}{R}\frac{l_1}{2\pi R}$

$B_2 = 2\pi.10^{-7}\frac{I_2}{R}\frac{l_2}{2\pi R}$



Hình 2.7G

Vì l_1, l_2 là hai đoạn mạch mắc song song (Hình 2.7G) nên có thể viết:

$I_1\rho\frac{l_1}{S} = I_2\rho\frac{l_2}{S}$

Rút ra: $I_1l_1 = I_2l_2$. Từ đó ta có: $B_1 = N_2$.

Vậy $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 0$.

Bài 2.8. Giải: Gọi cảm ứng từ của dòng điện thẳng là $\vec{B}_1$, của dòng điện tròn là $\vec{B}_2$, ta có $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$. $\vec{B}_1$ hướng ra phía trước còn $\vec{B}_2$ hướng ra phía sau mặt phẳng hình vẽ. $B_2 > B_1$. Vì vậy $\vec{B}$ vuông góc với mặt phẳng hình vẽ và hướng ra phía sau.

$B = B_2 - B_1 = 2.10^{-7}\frac{I}{R}(\pi - 1) = 8.6.10^{-5}$ T.

b) Trong trường hợp này $\vec{B}_1$ và $\vec{B}_2$ đều hướng ra phía trước mặt phẳng hình vẽ. Vì vậy $\vec{B}$ vuông góc với mặt phẳng hình vẽ và hướng ra phía trước.

$B = B_1 + B_2 = 2.10^{-7}\frac{I}{R}(\pi + 1) = 16.6.10^{-5}$ T.

Bài 2.9. Giải: Từ trường bên trong ống dây dài khi có dòng điện chạy qua là:

$B = 4\pi.\ 10^{-7}.\ nI$

Với: $n = \frac{N}{l} = \frac{1200}{0,2} = 6000$

Suy ra: $I = \frac{B}{4\pi \, . \, 10^{-7} \, . \, n} = 1A$

Vậy $I = 1A.$

Bài 2.10. Giải: $B = 4\pi.10^{-7} nI$, $n = 5\frac{1000}{0,5} = 10^{4}\ m^{-1}$, $B = 1,88.10^{-3}$ T.

Bài 2.11. Giải: $B = 4\pi.10^{-7}\ nI = 4\pi.10^{-7}\frac{1}{d}I$. Thay số ta được I = 1 A.

Chiều dài của sợi dây $L = \frac{R\pi d^2}{4\rho}$. Mặt khác ta có thể viết $\frac{l}{d} = \frac{L}{\pi D}$.

Từ đó suy ra $l = \frac{d^3R}{4D\rho}$.

Thay số ta được $l = 0,6$ m.

III. LỰC AMPE TÁC DỤNG LÊN DÒNG ĐIỆN

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 3.1. Hai dây dẫn thẳng, dài, song song và cách nhau một khoảng a = 0,20m. Dòng điện trong dây thứ nhất có cường độ $I_1 = 5A$. Dòng điện trong dây thứ hai có cường độ $I_2 = 10A$. Hỏi lực từ tác dụng lên một đoạn có chiều dài $l = 0,5$m của mỗi dây trong hai trường hợp:

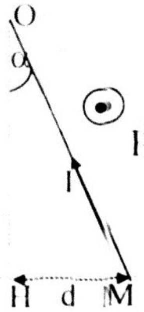
a) Hai dòng điện cùng chiều. b) Hai dòng điện ngược chiều.

Giải: Hai dòng điện cùng chiều hút nhau và 2 dòng điện ngược chiều đẩy nhau. Hai lực này có cùng độ lớn:

$$F = 2.\ 10^{-7}.\ I_1.\ \frac{I_2}{a}\ l$$

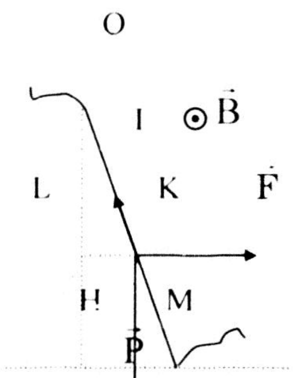
$$F = 2.\ 10^{-7}.\ \frac{5\ .\ 10\ .\ 0,5}{0,2} = 2,5.\ 10^{-5}N$$

Bài 3.2. Một đoạn dây dẫn đồng chất có khối lượng m = 10 g, dài $l = 30$ cm được treo trong từ trường đều. Đầu trên O của dây có thể quay tự do xung quanh một trục nằm ngang (Hình 3.2). Khi cho dòng điện cường độ I = 8 A qua đoạn dây thì đầu dưới M của đoạn dây di chuyển một đoạn d = 2,6 cm. Hãy tính cảm ứng từ B. Lấy $g = 9,8\ m/s^2$.



Hình 3.2

Hướng dẫn: Vì d nhỏ nên có thể coi gần đúng MH = d, OM = OH và phương của lực từ tác dụng lên OM là phương nằm ngang.



Giải: Khi OM nằm cân bằng thì momen của lực $\vec{F}$ bằng momen của trọng lực $\vec{P}$: F.OL = P.LK mà $LK = \frac{1}{2}HM \Rightarrow OL = \frac{1}{2}OH$ (Hình 3.2G).

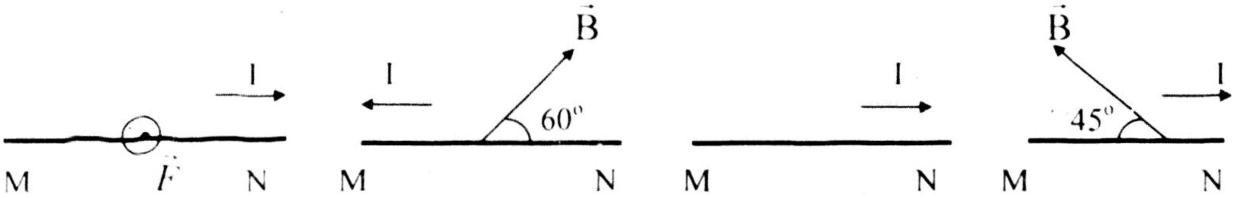
$$B = \frac{mg}{Il} = \frac{HM}{OH} = 35{,}4.10^{-4}\,T.$$

Hình 3.2G

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 3.4. Hai dây dẫn thẳng dài, song song và cách nhau một khoảng a = 10cm. Dòng điện trong hai dây dẫn có cùng cường độ. Lực từ tác dụng lên một đoạn chiều dài l = 100cm của mỗi dây dẫn là 0,02N.Tính cường độ dòng điện trong mỗi dây dẫn?

Bài 3.5. Áp dụng định luật Am-pe để xác định các đại lượng theo yêu cầu ghi trên hình sau đây:



(a) (b) (c) (d)

Hình 3.5

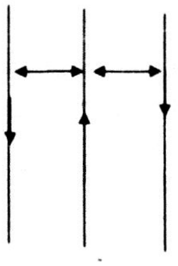
a) MN nằm ngang và MN = 10cm

- I = 5A ; $\vec{F}$ nằm ngang và F = 10^{-2}N. Xác định vectơ $\vec{B}$.

b) MN và $\vec{B}$ nằm trong mặt phẳng hình vẽ. I = 2A, B = 0,02T, MN = 5 cm. Xác định $\vec{F}$?

c) Cho biết $\vec{F}$ = 0, I = 3A, MN = 15cm. Xác định $\vec{B}$.

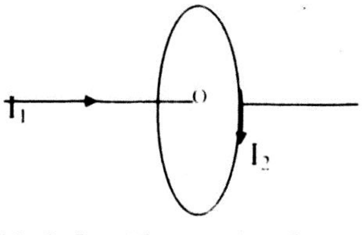
d/ MN và $\vec{B}$ nằm trong mặt phẳng hình vẽ, B = 0,03T, F = 0,05N, MN = 10cm. Xác định I, phương chiều của $\vec{F}$.



Bài 3.6. Ba dây dẫn thẳng dài, được đặt song song trong cùng một mặt phẳng thẳng đứng. Dây 1 và 3 được giữ cố định và có dòng điện chạy qua theo chiều như hình vẽ: $I_1 = 2I_3$. Dây 2 sẽ dịch chuyển thế nào, nếu nó được để tự do, khi trong dây có dòng điện I_2:

a) Có chiều đi lên.　　　　b) Có chiều đi xuống.

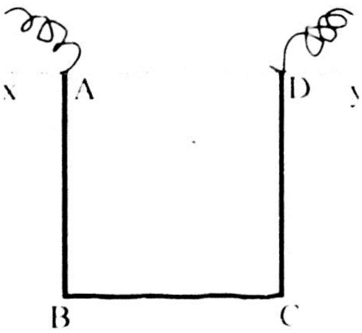
Bài 3.7. Dòng điện thẳng I_1 được đặt vuông góc với mặt phẳng của dòng điện tròn I_2 và đi qua tâm của I_2 (Hình 3.7). Hỏi lực từ tác dụng lên dòng I_2. Suy ra lực từ tác dụng lên I_1.



Hình 3.7

Bài 3.8. Cho một đoạn dây dẫn đồng chất có khối lượng 10g, chiều dài 30cm. Đầu trên của đoạn dây được treo vào một điểm O và có thể quay tự do xung quanh O. Đầu dưới của đoạn dây chạm vào thủy ngân đựng trong một chiếc chậu. Khi cho dòng điện cường độ 8A chạy qua đoạn dây và đặt toàn bộ đoạn dây vào từ trường có phương nằm ngang thì đoạn dây lệch ra khỏi phương thẳng đứng một góc 5^o. Hãy xác định cảm ứng từ B. Lấy $g = 9,8 m/s^2$ và $\sin 5^o = 0,0872$.

Bài 3.9. Một dây dẫn bằng đồng có tiết diện thẳng S, được uốn thành 3 cạnh của một hình vuông cạnh a, có thể quay quanh một trục nằm ngang xy. Dây được đặt trong một từ trường đều thẳng đứng $\vec{B}$ hướng xuống dưới. Khi cho dòng điện I qua dây. Hãy xác định góc lệnh α của mặt phẳng ABCD so với mặt phẳng đứng. Áp dụng bằng số: I = 5A, B = 0,1T, đường kính dây đồng d = 1mm, khối lượng riêng của đồng $D = 8,8.10^3 kg.m^3$, $g = 10m/s^2$.

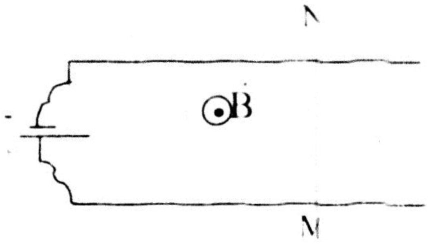


Hình 3.9

Bài 3.10. Một thanh nhôm dài 1,60 m, khối lượng 0,20 kg chuyển động trong từ trường đều và luôn tiếp xúc với hai thanh ray đặt nằm ngang (Hình 3.10). Từ trường có phương thẳng đứng và hướng từ dưới lên trên. Hệ số ma sát giữa thanh nhôm MN và hai thanh ray là k = 0,40 ; B = 0,05 T. Thanh nhôm chuyển động đều.

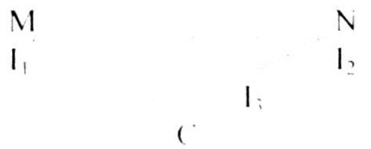
a) Hỏi thanh nhôm chuyển động về phía nào?

b) Tính cường độ dòng điện trong thanh nhôm? Coi rằng trong khi thanh nhôm chuyển động, điện trở của mạch điện không đổi. Lấy $g = 10 m/s^2$.



Hình 3.10

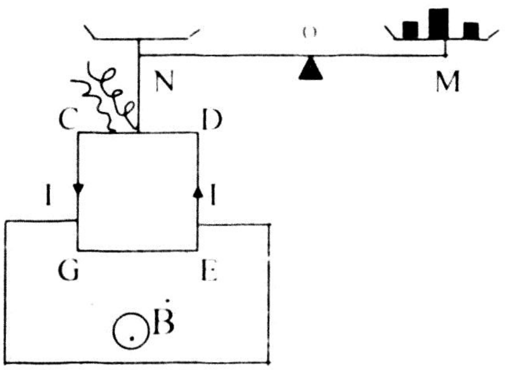
Bài 3.11. Cho hai dòng điện thẳng song song cùng chiều, I_1, I_2 nằm trong cùng mặt phẳng nằm ngang, $I_1 = I_2 = 500$ A. Hai điểm M, N trên Hình 3.12 là hai giao điểm của I_1, I_2 với mặt phẳng thẳng đứng P. Dây dẫn bằng đồng thẳng, dài, song song với I_1, I_2 xuyên qua mặt phẳng P tại điểm C, $\widehat{MCN} = 120^\circ$.



Hình 3.11

Đường kính của dây đồng bằng 1,5 mm. Cho dòng điện I_3 qua dây đồng cùng chiều với các dòng I_1, I_2. Hỏi nếu muốn cho lực từ tác dụng lên dòng I_3 cân bằng với trọng lượng của dây thì I_3 bằng bao nhiêu? Cho biết khối lượng riêng của đồng bằng 8,9 g/cm^3. Lấy g = 10 m/s^2

Bài 3.12. Hình vẽ sau đây là sơ đồ nguyên tắc của thí nghiệm "cân" lực từ. Khung dây CDEG nằm trong mặt phẳng hình vẽ. Giả sử từ trường ở đây là đều, vuông góc với mặt phẳng khung dây và có cảm ứng từ B = 0,1T. Đầu tiên ta điều chỉnh cho cân thăng bằng. Sau đó cho dòng điện vào khung dây, chiều của dòng điện và của cảm ứng từ chỉ rõ trên hình vẽ. Hỏi sau khi cho dòng điện vào khung thì cân bị lệch như thế nào? Đoạn EG = 3cm, dòng điện trong khung có cường độ 10A. Hỏi khối lượng các quả cân cần lấy bớt đi (hay đặt thêm vào) ở đĩa bên phải để cho cân lại thăng bằng? Cho rằng hai cánh tay đòn của cân dài bằng nhau và chỉ kể đến lực từ tác dụng lên đoạn dây EG. Lấy g = 10m/s^2.



Hình 3.13

Bài 3.13. Cũng cân Colton như hình vẽ bài 3.12. Cho d = 19,6 cm, d' = 16cm, GE = 5cm và khung có 20 vòng dây.

a) Cho dòng điện qua khung theo chiều CGED. Hãy xác định chiều của $\vec{B}$ để lực từ $\vec{F}$ hướng theo chiều trọng lực.

b) Dòng điện có cường độ 0,5A người ta phải đặt lên đĩa cân khối lượng bao nhiêu để lập lại cân bằng. Cho biết B = 0,36T.

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 3.4. Giải: Lực từ tác dụng lên 2 dây dẫn: $F = 2.10^{-7}.\dfrac{I_1 . I_2}{a} l$

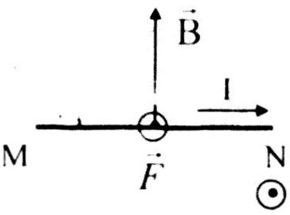
Với $I_1 = I_2 = I$, F = 0,02N, l = 100cm = 1m, a = 10cm = 0,1m

$$\text{Suy ra: } I_2 = \frac{F . a}{2 . 10^{-7} . 1} = \frac{2 . 10^{-2} . 10^{-1}}{2 . 10^{-7} . 1} = 10^4$$

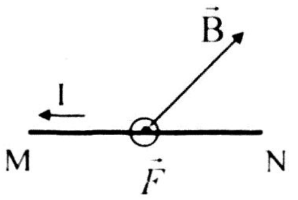
Vậy I = 100A.

Bài 3.5. Giải: a/ Vectơ $\vec{B}$ hướng thẳng đứng lên trên và có độ lớn:

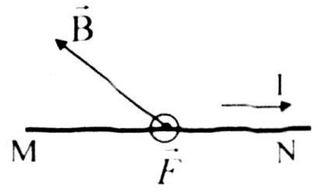
$$B = \frac{F}{I\,.\,MN} = \frac{10^{-2}}{5\,.\,0,1} = 0,02T$$



Hình 3.5Ga



Hình 3.5Gb



Hình 3.5Gc

b/ Lực $\vec{F}$ vuông góc với mặt phẳng hình vẽ và hướng từ ngoài vào trong.

Độ lớn $F = BIl\sin\alpha = 0,02.\ 2.\ 0,05 = 1,7.\ 10^{-3}N$

Vậy: $F = 1,7.\ 10^{-3}N$

c/ $\vec{B}$ song song với MN và B vô định.

d/ Lực $\vec{F}$ vuông góc với mặt phẳng hình vẽ và hướng từ trong ra ngoài.

Ta có: $F = BIl\sin\alpha \Rightarrow I = \dfrac{F}{B\,.\,l\sin\alpha} = \dfrac{0,5}{0,03\,.\,0,1\,.\,\dfrac{\sqrt{2}}{2}}$

$I = 47A$

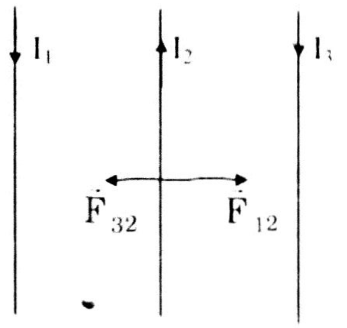
Bài 3.6. Giải: a/ I_2 có chiều đi lên.

Dây có I_1 sẽ đẩy dây có I_2 một lực $\vec{F}_{12}$ có độ lớn:

$$F_{12} = 2.\ 10^{-7}.\ \frac{I_1\,.\,I_2\,.\,l}{a}$$

Dây có I_3 sẽ đẩy dây có I_2 một lực $\vec{F}_{32}$ có độ lớn:

$$F_{32} = 2.\ 10^{-7}\frac{I_3\,.\,I_2\,.\,l}{a}$$



Hình 3.6Ga

Vì $I_1 = 2I_3$ ta suy ra $F_{12} = 2F_{32}$. Vậy dây có I_2 dịch chuyển về phía dây 3.

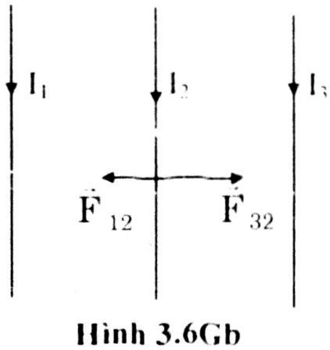
b/ I_2 có chiều đi xuống.

Dây 1 sẽ hút dây 2 một lực có độ lớn:

$$F_{12} = 2.\ 10^{-7}.\ \frac{I_1\,.\,I_2\,.\,l}{a}$$

Dây 3 hút hút dây 2 một lực có độ lớn:

$$F_{32} = 2.\ 10^{-7}\frac{I_3\,.\,I_2\,.\,l}{a}$$



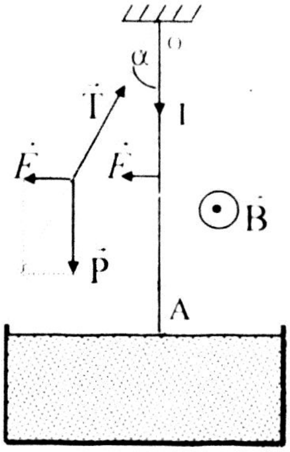
Hình 3.6Gb

Suy ra dây 2 sẽ dịch chuyển về phía dây 1.

Bài 3.7. Giải: 0.

Bài 3.8. Giải: Giả sử cảm ứng từ $\vec{B}$ và dòng điện I có chiều như hình vẽ. Lực từ tác dụng lên doạn dây dẫn OD có hướng như hình vẽ và có độ lớn:

$G = BIl$ (vì $\vec{B} \perp OA$)



Hình 3.8G

Dây dẫn cân bằng dưới tác dụng của:

- Trọng lực $\vec{P} = m\vec{g}$
- Lực điện từ $\vec{F}$
- Sức căng $\vec{T}$

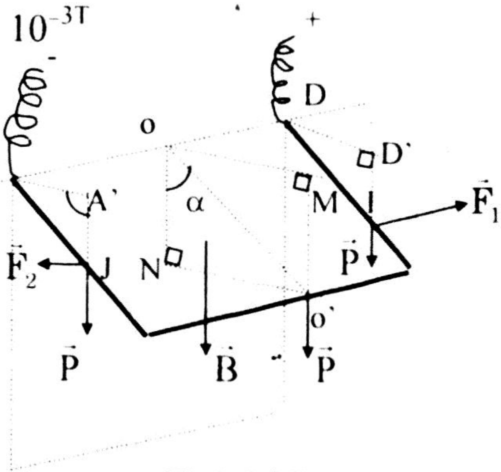
Do đó: $\vec{P} + \vec{F} + \vec{T} = 0$

Ta có: $\tan\alpha = \dfrac{F}{P} = \dfrac{BIl}{mg} \Rightarrow B = \dfrac{mg}{Il}.\tan\alpha$

Vì $\alpha = 5^0$ nhỏ nên $\tan\alpha \approx \sin\alpha = 0,0872$

Vậy $B = \dfrac{10 \,.\, 10^{-3} \,.\, 9,8 \,.\, 0,0872}{8 \,.\, 30 \,.\, 10^{-2}} = 3,56.\ 10^{-3T}$

$B = 3,56.10^{-3}$ T



Hình 3.9G

Bài 3.9. Giải: Khi chưa có dòng điện chạy qua, dây dẫn ABCD nằm trong mặt phẳng thẳng đứng dưới tác dụng của trọng lực 3P (P là trọng lượng của một cạnh).

- Khi có dòng điện chạy qua, ngoài trọng lực, dây dẫn còn chịu tác dụng của các lực điện từ $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}$ tác dụng lên các cạnh CD, AB và BC.

- Hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ cân bằng nhau (vì có cùng độ lớn, cùng gia tốc, ngược chiều).

- Lực F = BIa

Do đó mặt phẳng dây dẫn lệch khỏi vị trí thẳng đứng một góc α.

- Khi dây dẫn đứng cân bằng thì mô-men của lực $\vec{F}$ đối với trục xy phải bằng tổng mô-men trọng lượng của các cạnh AB, BC, CD đối với trục xy.

Mô-men của lực $\vec{F}$ đối với trục xy là:

$$M_F = F.\ ON = BIa.\ OO'\cos\alpha = BIa^2\cos\alpha$$

- Mô-men trọng lực của cạnh AB đối với xy:

$$M_1 = P.\ AA' = P\frac{a}{2}\sin\alpha$$

- Mô-men trọng lực của cạnh CD đối với xy:

$$M_2 = P.DD' = P\frac{a}{2}\sin\alpha$$

Mô-men trọng lực của cạnh BC đối với xy:

$$M_3 = P.OM = P.a\sin\alpha$$

Điều kiện cân bằng là $M_F = M_1 + M_2 + M_3$

hay $BIa^2\cos\alpha = P\frac{a}{2}\sin\alpha + P\frac{a}{2}\sin\alpha + P.a\sin\alpha = 2P.a\sin\alpha$

Suy ra: $\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{BIa^2}{2Pa} = \frac{BIa}{2P}$ hay $\tan\alpha = \frac{BIa}{2mg}$

Với $m = SaD$ và $S = \pi\frac{d^2}{4}$

Vậy $\tan\alpha = \frac{2BI}{\pi d^2.Dg} = 2{,}619$

Suy ra $\alpha = 74^0 35'$.

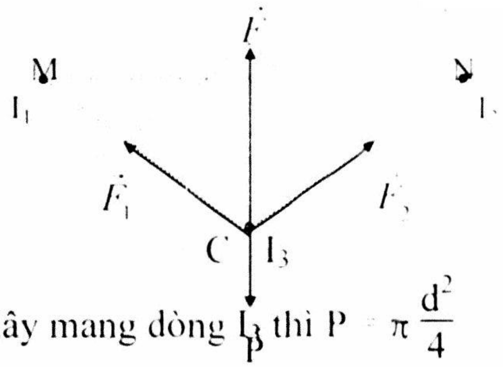
Bài 3.10. Giải: a) Thanh nhôm chuyển động từ trái sang phải.

b) $kmg = IBl.I = 10$ A.

Bài 3.11. Giải: Trên Hình 3.11G. $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ là các lực mà I_1, I_2 tác dụng lên một đơn vị dài của I_3.

$$F = F_1 = 2.10^{-7}\frac{I_1I_3}{r}.$$

Gọi P là trọng lượng của một đơn vị dài của dây mang dòng I_3 thì $P = \pi\frac{d^2}{4}Dg$.



Hình 3.11G

$$2.10^{-7}\frac{I_1I_3}{r} = \frac{\pi d^2}{4}Dg$$

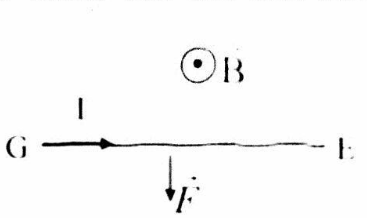
Suy ra $I_3 = \frac{\pi d^2 Dgr}{8.10^{-7}I_1} = 78.6$ A.

Bài 3.12. Giải: Với chiều của $\vec{B}$ và I đã cho trên hình vẽ, ta suy ra lực từ tác dụng lên đoạn GE hướng thẳng đứng xuống dưới. Do đó đĩa cân bên trái sẽ lệch xuống dưới. Để lập lại cân bằng ta phải bỏ thêm vào đĩa cân bên phải những quả cân có khối lượng m sao cho:

$$F.ON = mg.OM$$

hay $F = mg$ (vì $OM = ON$)

Suy ra: $m = \frac{F}{g} = 0{,}003\text{kg} = 3\text{g}$



Hình 3.14G

Vậy m = 3g.

Bài 3.13. Giải: a) Muốn F hướng thẳng đứng xuống dưới (cùng chiều với trọng lực) thì B phải hướng từ trong ra (⊙ B).

b) Điều kiện cân bằng: $F.d = P.d'$

$$BI\ell d = mgd'$$

Suy ra: $$m = \frac{BI\ell d}{gd'} = \frac{0{,}36 \,.\, 0{,}5 \,.\, 0{,}05 \,.\, 19{,}6}{10 \,.\, 16}$$

$m = 11.10^{-4}$ kg hay $m = 1{,}1$g

IV. MÔMEN LỰC TÁC DỤNG LÊN KHUNG DÂY

1. BÀI TẬP MẪU

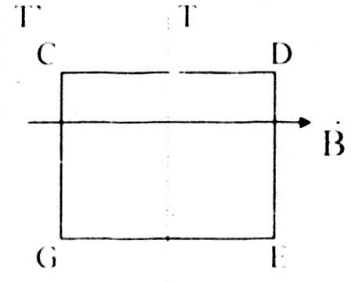
Bài 4.1. Một khung dây tròn bán kính 5 cm gồm 75 vòng được đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ 0,25 T. Mặt phẳng của khung làm thành với đường sức từ góc 60°. Tính momen ngẫu lực từ tác dụng lên khung. Cho biết mỗi vòng dây có dòng điện 8 A chạy qua.

Giải: $M = NIBS\sin\theta$ với θ bằng 30° hoặc bằng 150° tùy theo chiều dòng điện trong khung, momen lực từ $M = 0{,}59$ N.m.

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 4.2. Một khung dây tròn bán kính 10 cm gồm 50 vòng. Trong mỗi vòng có dòng điện 10 A chạy qua. Khung dây đặt trong từ trường đều, đường sức từ song song với mặt phẳng khung, B = 0,20 T. Hỏi momen ngẫu lực từ tác dụng lên khung?

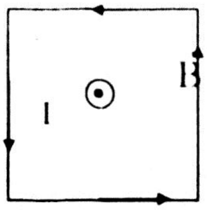
Bài 4.3. Một khung dây hình vuông CDEG, CD = a, được đặt trong từ trường đều như hình vẽ. Vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ song song với các cạnh CD và GE. Dòng điện trong khung có cường độ I. Xác định định lực từ tác dụng lên các cạnh của khung.



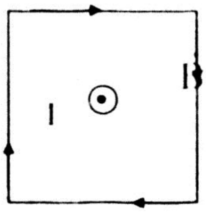
Hình 4.3

Bài 4.4. Tính mô-men của các lực từ tác dụng lên khung CDEG đã nói trong bài tập 4.3 đối với trục T đi qua tâm hình vuông và song song với cạnh DE. Sau đó tính mô-men của các lực từ đối với trục T' bất kì song song với T.

Bài 4.5. Hai khung dây vẽ trên các hình 4.5a và 4.5b có kích thước giống nhau. Dòng điện trong khung có cường độ I bằng nhau nhưng chiều ngược nhau. Hai khung được



Hình 4.5a



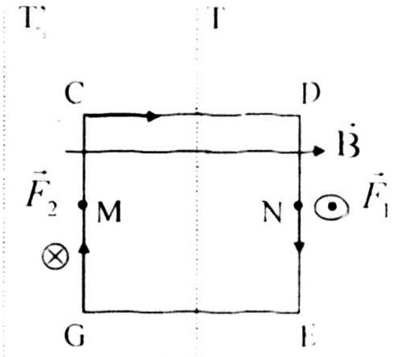
Hình 4.5b

đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ bằng nhau.

Chiều của đường sức từ được chỉ rõ trên các hình. Hỏi momen ngẫu lực từ tác dụng lên mỗi khung? Có nhận xét gì về lực từ tác dụng lên khung trong hai trường hợp?

Bài 4.2. Giải: $M = NIBS\sin\theta = \pi = 3,14$ N.m

Bài 4.3. Giải: Ta tự ý chọn chiều dòng điện chạy trong khung như hình vẽ.



Hình 4.3G

- Các cạnh CD và EG song song với $\vec{B}$ nên lực từ tác dụng lên chúng bằng 0.

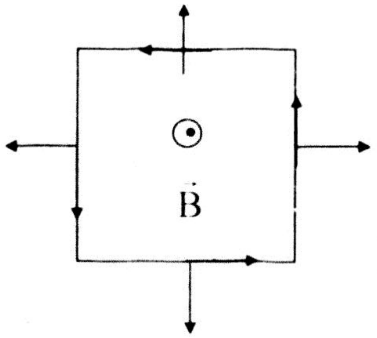
– Các cạnh DE và GC chịu tác dụng của các lực $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ vuông góc với mặt phẳng hình vẽ, $\vec{F}_1$ hướng từ trong ra còn $\vec{F}_2$ hướng từ ngoài vào. Độ lớn $F_1 = F_2 = IBa$.

Bài 4.4. Giải: Cặp lực $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ tạo thành một ngẫu lực nên mô-men đối với trục T là mô-men từ cực đại.

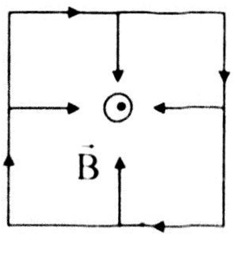
$$M_T = IBS = IBa^2$$

T' song song với T nên $M_{T'} = M_T$

Bài 4.5. Giải: Trong cả hai trường hợp momen ngẫu lực từ tác dụng lên khung đều bằng không. Khung dây như trên Hình 4.5G ở trạng thái cân bằng bền, trên Hình 4.5GB ở trạng thái cân bằng không bền.



Hình 4.5G



Hình 4.5GB

V. LỰC LORENTZ

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 5.1. Một proton bay vào trong từ trường $B = 0,5T$ với vận tốc $v_o = 10^6$m/s và $\vec{v}_o \perp \vec{B}$.

a) Tính lực Lorentz tác dụng lên proton.

b) Xác định quỹ đạo của proton trong từ trường.

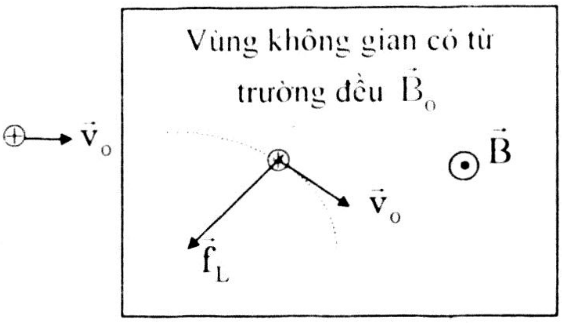
c) Lực Lorentz có thực hiện công không?

d) Tính vận tốc của proton khi ra khỏi vùng có từ trường.

Giải: a) Lực Lorentz tác dụng lên proton:

$$f_l = qv_oB = 1{,}6.\ 10^{-19}.\ 10^6\ 0{,}5 = 8.\ 10^{-1}N$$

b) Quỹ đạo của proton



Hình 5.1

Proton chịu tác dụng của lực $\vec{f}_L$ có giá trị không đổi và $\vec{f}_L \perp \vec{V}_o$ nên proton sẽ chuyển động tròn đều với bán kính R. Gọi $\vec{a}$ là gia tốc hướng tâm, ta có: $a = \frac{v_o^2}{R}.\mathscr{E}$

Áp dụng định luật II Newton:

$$f_l = ma = m.\frac{v_o^2}{R} \quad \text{hay} \quad m.\frac{v_o^2}{R} = qvB$$

$$\Rightarrow \qquad R = \frac{mv_o}{q\,.\,B}$$

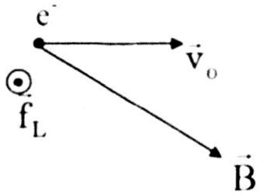
Với m = $16{,}7.\ 10^{-28}$ kg (khối lượng proton)

Ta có $\quad R = 21.\ 10^{-3}m = 2{,}1cm.$

c) Lực Lorentz vuông góc với vận tốc $\vec{v}_o$ nên không tạo ra công.

d) Lực Lorentz chỉ thay đổi phương của vectơ vận tốc và không thực hiện công nên độ lớn của vận tốc không thay đổi khi ra khỏi vùng có từ trường.

II. BÀI TẬP ÁP DỤNG



Hình 5.3

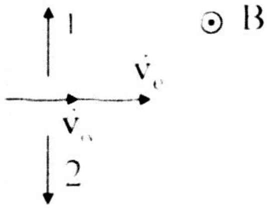
Bài 5.2. Một hạt mang điện tích q = $3{,}2.10^{19}$C bay vào trong từ trường đều, cảm ứng từ B = 0,5T. Lúc lọt vào trong từ trường vận tốc của hạt là v = 10^6m/s và vuông góc với vectơ $\vec{B}$. Tính lực Lorentz tác dụng lên hạt đó.

Bài 5.3. Một electron bay vào trong từ trường đều B = 1,2T. Lúc lọt vào từ trường vận tốc của hạt là v_o m/s và vectơ $\vec{v}_o$ làm thành với $\vec{B}$ một góc $\alpha = 30^0$. Tính lực Lorentz tác dụng lên đó. Điện tích của electron là: $|e| = 1{,}6.10^{19}$ C.

Bài 5.4. Một hạt mang điện chuyển động trong từ trường đều. Mặt phẳng quỹ đạo của hạt vuông góc với đường sức từ. Nếu hạt chuyển động với vận tốc $v_1 = 1{,}8.10^6$ m/s thì lực Lo-ren tác dụng lên hạt có độ lớn $f_1 = 2.10^{-6}$ N.

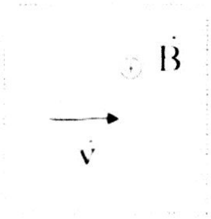
Hỏi nếu hạt chuyển động với vận tốc $v_2 = 4,5.10^7$ m/s thì lực Lo-ren tác dụng lên hạt có độ lớn bằng bao nhiêu?

Bài 5.5. Một êlectron và một hạt α đều được tăng tốc bởi hiệu điện thế U = 1000 V. Sau khi tăng tốc, các hạt này bay vào trong từ trường đều theo phương vuông góc với các đường sức từ như trên Hình 5.5. Hỏi n [illegible] sau khi bay vào trong từ trường, các hạt này sẽ bay lệch về phía nào, về phía mũi tên 1 hay mũi tên 2? Vì sao? Tính lực Lo-ren tác dụng lên các hạt đó. Cho biết: $m_e = 9,1.10^{-31}$ kg, $m_\alpha = 6,67.10^{-27}$kg, điện tích của êlectron bằng $-1,6.10^{-19}$ C, của hạt α bằng $3,2.10^{-19}$ C, B = 2 T; vận tốc của các hạt trước khi được tăng tốc rất nhỏ.



Hình 5.5

Bài 5.6. Một êlectron chuyển động thẳng đều trong một miền có từ trường đều $\vec{B}$ và điện trường đều $\vec{E}$. Vectơ vận tốc $\vec{v}$ của êlectron nằm trong mặt phẳng hình vẽ và có chiều hướng từ trái sang phải. Chiều của đường sức từ được chỉ rõ trên Hình 5.6



Hình 5.6

a) Hãy xác định chiều của đường sức điện và cường độ điện trường E. Áp dụng bằng số: $v = 2.10^6$ m/s, B = 0,004 T.

b) Nếu cho prôtôn bay vào trong miền có từ trường đều và điện trường đều nói trên với cùng vectơ vận tốc $\vec{v}$ như trong câu a thì prôtôn có chuyển động thẳng đều không? Giải thích.

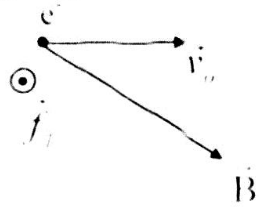
GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 5.2. Giải: Ta có $f_L = qvB\sin\alpha$

Với $q = 3,2.\ 10^{-19}C$ $v = 10^6m/s, B = 0,5T$ và $\alpha = 90^0 \Rightarrow \sin\alpha = 1$

Vậy lực Lorentz : $f_L = 1,6.\ 10^{-13}N$

Bài 5.3. Giải: Lực Lorentz tác dụng lên electron hướng từ trong ra, có độ lớn:



$$f_L = 1,6.\ 10^{-19}.\ 10^7.\ 1,2.\ \frac{1}{2}$$

$$f_L = 9,6.\ 10^{-13}N$$

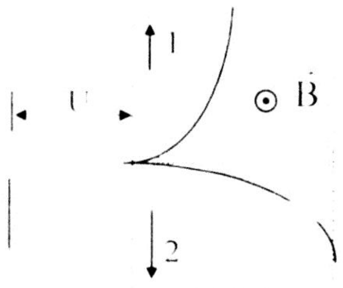
Hình 5.3G

Bài 5.4. Giải: Theo công thức $f_L = qvB\sin\alpha$. Áp dụng cho hai trường hợp f_1, v_1 và f_2, v_2 ta có:

$$f_2 = \frac{v_2}{v_1} f_1 = 5.10^{-5}\ N.$$

Bài 5.5. Giải: Hạt α lệch theo hướng mũi tên 2, êlectron theo hướng mũi tên 1 (Hình 5.5G). Vận tốc của êlectron lúc bay vào trong từ trường: $v_e = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}}$. Lực Lo-ren tác dụng lên êlectron $f_e = ev_eB = \sqrt{\frac{2e^3U}{m_e}}B = 6{,}00.10^{-12}$ N.

$f_\alpha = \sqrt{\frac{2q^3U}{m_\alpha}}B = 1{,}98.10^{-13}$ N.

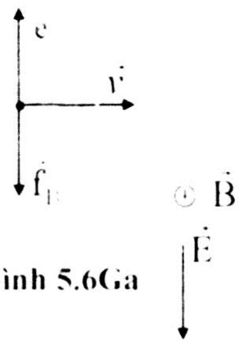


Hình 5.5G

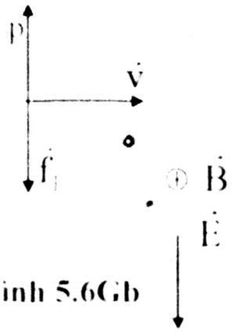
Bài 5.6. Giải: a) Lực từ $\vec{f}_B$ tác dụng lên êlectron được biểu diễn trên Hình 6.23G. Muốn êlectron chuyển động thẳng đều thì $\vec{f}_E = -\vec{f}_B$. Do đó vectơ $\vec{E}$ có hướng như trên Hình 5.6Ga.

$E = vB = 8000$ V/m

b) Prôtôn cũng chuyển động thẳng đều, khi đó $\vec{f}_B$ và $\vec{f}_E$ có hướng như trên Hình 5.6.Gb.



Hình 5.6Ga



Hình 5.6Gb

VI. TỪ TRƯỜNG TRÁI ĐẤT

1. BÀI TẬP MẪU

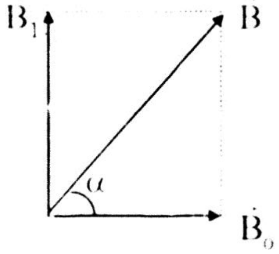
Bài 6.1. Một kim nam châm nhỏ có thể quay tự do quanh một trục thẳng đứng được đặt bên trong một ống dây (Solénoide), ống dây nằm ngang và trục ống dây vuông góc với phương của kim nam châm. Cho dòng điện I chạy qua ống dây. Tính góc quay α của kim nam châm. Áp dụng số: thành phần ngang của địa từ trường $B_0 = 2.10^{-4}$T, ống dây có 1000 vòng, chiều dài ống dây 120 cm, cường độ dòng điện qua ống dây 10A.

Giải: Khi chưa có dòng điện qua ống dây kim nam châm định hướng theo thành phần ngang $\vec{B}_0$ của địa từ trường.

– Khi có dòng điện, bên trong ống dây có từ trường đều, vectơ cảm ứng $\vec{B}_1$ song song với trục ống dây. Do đó kim nam châm sẽ định hướng theo vectơ $\vec{B}$:

$$\vec{B} = \vec{B}_0 + \vec{B}_1$$

Ta có: $B_1 = 4\pi.10^{-7}nI = 4\pi.10^{-7}.\frac{N}{l}.I$



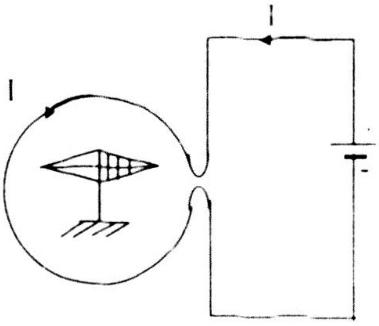
Hình 6.1

$$\tan\alpha = \frac{B_1}{B_o} = \frac{4\pi \,.\, 10^{-7} \,.\, 10^3 \,.\, 10}{2 \,.\, 10^{-4} \,.\, 1,2} = 52,333.$$

Suy ra $\alpha \approx 88^o30'$.

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 6.2. Tính lực mà từ trường trái đất (ở gần xích đạo) tác dụng lên một đoạn dây của đường tải dòng điện không đổi. Giả thiết đoạn dây được đặt nằm ngang theo hướng Đông – Tây. Đoạn dây dài 100 m, mang dòng điện 1400 A. Thành phần nằm ngang của từ trường trái đất bằng 3.10^{-5} T còn thành phần thẳng đứng rất nhỏ.



Hình 6.2

Bài 6.3. Một dây dẫn được uốn thành vòng tròn, nối 2 đầu dây vào 2 cực của nguồn điện có sđđ $\mathscr{E} = 12V$ và điện trở trong $r = 0,8\Omega$. Mặt phẳng vòng dây song song với kinh tuyến từ. Dây dẫn dài 1,2m, tiết diện thẳng $0,1mm^2$ và điện trở suất $6.\ 10^{-7}\Omega m$. Người ta đặt tại tâm O của vòng dây một kim nam châm. Kim nam châm sẽ quay một góc bao nhiêu? Cho biết thành phần ngang của địa từ trường là $B_o = 0,2.\ 10^{-4}T$ và các dây nối có điện trở không đáng kể.

Bài 6.4. Một đoạn dây dài 46 m của đường tải dòng điện không đổi được đặt nằm ngang theo hướng Đông – Tây. Lực mà từ trường trái đất tác dụng lên đoạn dây đó có phương thẳng đứng, hướng xuống dưới và có độ lớn 0,058 N. Từ trường trái đất bằng $3,2.10^{-5}$ T và song song với mặt đất. Hỏi cường độ và chiều của dòng điện trong dây dẫn.

Bài 6.5. Cho một vòng dây dẫn tròn bán kính R = 10cm, nằm trong mặt phẳng thẳng đứng. Ở tâm vòng dây,ta đặt một kim nam châm nhỏ có thể quay tự do quanh một trục thẳng đứng trên một mặt chia độ nằm ngang. Kim nam châm định hướng theo phương Nam bắc của từ trường trái đất. Ta quay cho mặt phẳng vòng dây song song với trục Nam Bắc của kim.

a) Cho dòng điện I = 4A chạy qua vòng dây, ta thấy kim nam châm quay một góc $\alpha = 45^o$. Tính cảm ứng từ của từ trường trái đất tại nơi tiến hành thí nghiệm.

b) Cũng với thiết bị vừa nói trên, đặt tại vị trí cũ, ta cho dòng điện I_1 chạy qua vòng dây, kim lệch một góc $\alpha_1 = 60^o$. Tính I_1?

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 6.2. Giải: $F = IBl = 4,2$ N.

Bài 6.3. Giải: Điện trở của dây dẫn:

$$R = \rho\frac{l}{S} \Rightarrow R = 6.10^{-7}\frac{1,2}{10^{-7}} = 7,2\Omega$$

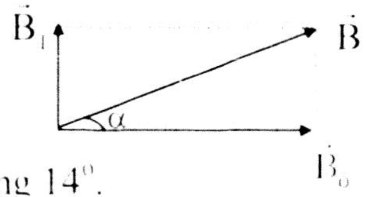
- Cường độ dòng điện qua mạch: $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{12}{8,0} = 1,5A$

Bán kính của vòng dây: $r = \frac{l}{2\pi} = \frac{1,2}{6,28} = 0,19m$

Cường độ cảm ứng từ do dòng điện tròn gây ra tại tâm O:

$$B_1 = 2\pi.10^{-7}.\frac{I}{r} = 2\pi.10^{-7}.\frac{1,5}{0,19} = 0,05.10^{-4}T$$

- Khi đóng mạch, kim nam châm sẽ định hướng theo $\vec{B}$. Ta có:



$$\tan\alpha = \frac{B_1}{B_o} = \frac{0,05.10^{-4}}{0,2.10^{-4}} = 0,25$$

Suy ra $\alpha = 14^o$

Vậy khi đóng mạch kim nam châm quay một góc bằng 14^o.

Hình 6.2G

Bài 6.4. Giải: Dòng điện trong dây dẫn có chiều Đông → Tây.

$$I = \frac{F}{Bl} = 39,4\ A.$$

Bài 6.5. Giải: a) Khi chưa có dòng điện chạy qua vòng dây thì kim nam châm định hướng theo cảm ứng $\vec{B}_o$ của trái đất (đúng ra là thành phần nằm ngang của từ trường trái đất).

- Khi có dòng điện qua vòng dây, tại tâm vòng dây có từ trường của dòng điện tròn:

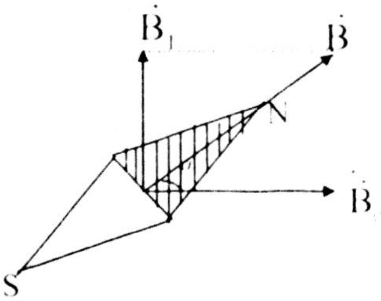
$$B_1 = 2\pi.10^{-7}.\frac{I}{R} = 2,5.10^{-5}T$$

$\vec{B}_1$ vuông góc với mặt phẳng vòng dây. Do đó kim nam châm sẽ định hướng theo phương của $\vec{B}$: $\vec{B} = \vec{B}_o + \vec{B}_1$.

$\vec{B}_1$ vuông góc với $\vec{B}_o$. Ta có:

$$\tan\alpha = \frac{B_1}{B_o} \Rightarrow B_o = B\tan45^o$$

hay $B_o = B = 2,5.10^{-5}T$



Hình 6.5

b) Ta có $\tan\alpha' = \frac{B'_1}{B_o} \Leftrightarrow \tan60^o = \frac{2\pi.10^{-7}.\frac{I_1}{R}}{2,5.10^{-5}}$

Suy ra: $I_1 = 6,8A$.

C. CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

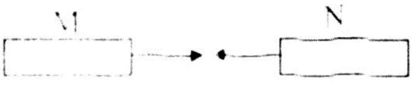
1. Chọn câu **đúng** nhất

Có hai thanh M, N bề ngoài giống hệt nhau làm bằng sắt. Khi đặt chúng gần nhau như trên hình 1 thì chúng hút nhau. Có thể nói gì về hai thanh đó?

A. Đó là hai thanh nam châm.

B. M là thanh sắt, N là thanh nam châm.

C. M là thanh nam châm, N là thanh sắt.



Hình 1

D. Có thể đó là hai thanh nam châm, cũng có thể một là thanh nam châm và một là thanh sắt.

2. Chọn câu trả lời **đúng**

Đưa các từ cực của hai nam châm lại gần nhau:

A. Các cực cùng tên sẽ hút nhau.

B. Các cực khác tên sẽ đẩy nhau.

C. Các cực khác tên sẽ hút nhau.

D. Cả A và B đều đúng.

3. Chọn câu trả lời **đúng**

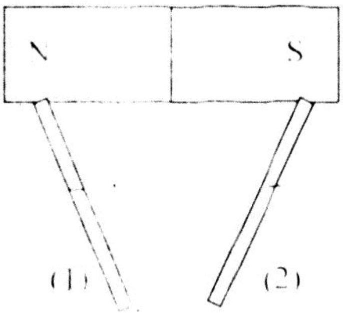
Hai chiếc kim (1) và (2) bị hút ở hai đầu một thanh nam châm như hình 3. Đưa hai đầu còn lại của kim (1) và kim (2) lại gần nhau thì chúng:

A. Hút nhau.

B. Đẩy nhau.

C. Không tương tác.

D. Có khi hút, có khi đẩy.



Hình 3

4. Chọn câu trả lời **đúng**

Đặt một kim nam châm gần một dây dẫn có dòng điện chạy qua, kim nam châm bị quay đi một góc nào đó là do dòng điện đã tác dụng lên kim nam châm:

A. Lực hấp dẫn.

B. Lực Culông.

C. Lực điện từ.

D. Trọng lực.

5. Chọn câu trả lời **đúng**

Người ta chế tạo một số tay nắm cửa hình thức giống hệt nhau. Trong đó một số tay nắm làm bằng đồng, một số làm bằng sắt và một số làm bằng gỗ rồi mạ đồng. Để phân biệt chúng ta có thể:

A. Dùng cân, tay nắm nào nhẹ nhất thì được làm bằng gỗ mạ đồng.

B. Dùng nam châm vĩnh cửu, tay nắm nào bị nam châm hút thì làm bằng sắt mạ đồng.

C. Dùng nam châm vĩnh cửu, tay nắm nào bị nam châm hút thì làm bằng đồng.

D. Áp dụng cả A và B.

6. Chọn câu trả lời **đúng**

Trên thanh nam châm chỗ nào hút sắt mạnh nhất:

A. Phần giữa của thanh.

B. Chỉ có từ cực Bắc.

C. Cả hai từ cực.

D. Mọi chỗ đều hút sắt mạnh như nhau.

7. Chọn câu trả lời **đúng**

Để xác định một điểm trong không gian có từ trường hay không, ta sẽ:

A. đặt tại điểm đó một điện tích.

B. đặt tại điểm đó một kim nam châm.

C. đặt tại điểm đó một đoạn dây dẫn.

D. Cả B và C đều đúng.

8. Chọn phương án **đúng**

Để biến một thanh thép thành một nam châm vĩnh cửu ta có thể:

A. dùng búa đập mạnh vào thanh thép.

B. hơ thanh thép trên ngọn lửa.

C. đặt thanh thép trong lòng ống dây dẫn có dòng điện một chiều chạy qua.

D. đặt thanh thép trong lòng ống dây dẫn có dòng điện xoay chiều chạy qua.

9. Chọn câu trả lời ***sai***

Từ trường tồn tại xung quanh:

A. nam châm.

B. dòng điện.

C. điện tích đứng yên.

D. trái đất.

10. Chọn câu trả lời **đúng**

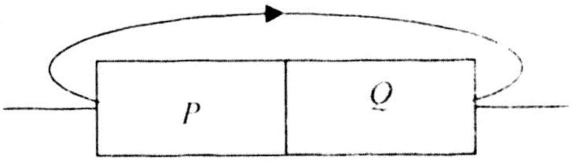
Đường sức từ của một nam châm thẳng có chiều như hình 10. Tên của các từ cực là:

A. P là cực Bắc.

B. P là cực Nam.

C. Q là cực Bắc.

D. Cả B và C đều đúng.



Hình 10

11. Chọn câu trả lời **đúng**

Từ phổ cho ta biết:

A. dạng đường sức của từ trường.

B. chiều của đường sức của từ trường.

C. độ mạnh yếu của từ trường.

D. Cả A, B, C đều đúng.

12. Chọn câu trả lời **đúng**

Để quan sát từ phổ của từ trường của một nam châm ta có thể dùng vật liệu sau:

A. Mạt đồng.　　B. Mạt nhôm.

C. Mạt kẽm.　　D. Mạt sắt.

13. Chọn câu trả lời ***sai***

Đường sức từ của một nam châm vĩnh cửu thẳng:

A. có dạng các đường cong kín xuất phát từ cực Bắc và kết thúc ở cực Nam.

B. mật độ đường sức càng xa nam châm càng thưa (ít).

C. mật độ đường sức càng gần nam châm càng thưa (ít).

D. mật độ đường sức càng gần nam châm càng mau (nhiều).

14. Chọn câu trả lời **đúng**

Từ phổ của một nam châm vĩnh cửu hình chữ U:

A. Phía ngoài chữ U có dạng các đường cong kín xuất phát từ cực Bắc và kết thúc ở cực Nam.

B. Phía trong chữ U có dạng các đường thẳng song song từ cực Bắc sang cực Nam.

C. Mật độ các đường sức bên trong chữ U mau hơn phía bên ngoài chữ U.

D. Cả A, B, C đều đúng.

15. Chọn câu trả lời **đúng**

Trong các trường hợp sau, trường hợp nào vật có khả năng nhiễm từ và trở thành nam châm vĩnh cửu?

A. Một vòng dây dẫn bằng thép được đưa lại gần một cực của nam châm điện mạnh trong thời gian ngắn, rồi đưa ra xa.

B. Một vòng dây dẫn bằng sắt non được đưa lại gần một cực của nam châm điện mạnh trong thời gian ngắn, rồi đưa ra xa.

C. Một vòng dây dẫn bằng sắt non được đưa lại gần một đầu của nam châm điện mạnh trong thời gian dài, rồi đưa ra xa.

D. Một lõi sắt non được đặt trong lòng một ống dây có dòng điện với cường độ dòng điện lớn trong thời gian dài, rồi đưa ra xa.

16. Chọn câu trả lời **đúng**

Có ba thanh sắt trông giống hệt nhau và được cho biết trong đó có hai thanh là nam châm. Cách để phát hiện ra thanh sắt là chọn hai thanh bất kì:

A. Nếu chúng chỉ hút nhau thì hai thanh đó đều là nam châm và thanh thứ ba là sắt.

B. Nếu chúng chỉ hút nhau thì trong hai thanh có một thanh không phải là nam châm. Lấy từng thanh đó thử với thanh thứ ba, trường hợp nào thấy hai thanh lúc hút, lúc đẩy thì đó là hai thanh nam châm. Thanh còn lại là sắt.

C. Nếu hai thanh lúc hút, lúc đẩy tùy theo các đầu đưa lại gần nhau thì cả hai thanh là nam châm. Thanh thứ ba là sắt.

D. Cả B và C đều đúng.

17. Chọn câu trả lời **đúng**

Một thanh nam châm với các cực N và S được đặt gần thanh sắt non MP như hình 17.

Hình 17

A. Thanh sắt biến thành một thanh nam châm.

B. Đầu M của thanh sắt là cực Bắc.

C. Đầu P của thanh sắt là cực Nam.

D. Đưa thanh sắt ra xa thanh nam châm, thanh sắt vẫn hút được các thanh sắt khác đặt gần nó.

18. Chọn câu trả lời **đúng**

Dùng nam châm hút dính một số kẹp giấy bằng sắt.

A. Các kẹp sắt này đã trở thành nam châm.

B. Đầu kẹp nào gắn vào cực Bắc của nam châm thì đầu đó là cực Nam.

C. Đầu kẹp nào gắn vào cực Nam của nam châm thì đầu đó là cực Bắc.

D. Cả A, B, C đều đúng.

19. Các tương tác sau đây, tương tác nào ***không phải*** là tương tác từ:

A. Tương tác giữa hai nam châm

B. Tương tác giữa hai dây dẫn có dòng điện

C. Tương tác giữa các điện tích đứng yên

D. Tương tác giữa nam châm và dòng điện

20. Có một thanh nam châm và một thanh thép bề ngoài giống hệt nhau. Làm thế nào để nhận ra thanh nam châm hay thanh thép với điều kiện chỉ dùng hai thanh đó?

A. Đưa thanh 1 lại gần thanh 2, nếu thanh 2 bị hút thì thanh 2 là thanh thép.

B. Đưa một đầu thanh 1 lại gần thanh 2 và dịch chuyển từ đầu này đến đầu kia của thanh 2, nếu đến giữa thanh 2 thì lực hút yếu đi thì thanh 1 là thanh nam châm.

C. Đưa thanh 2 lại gần thanh 1, thanh 1 bị đẩy, đổi đầu thanh đang cầm nếu 1 bị hút thì thanh 1 là thanh thép

D. Đưa một đầu thanh 1 lại gần thanh 2 và dịch chuyển từ đầu này đến đầu kia của thanh 2, nếu đến giữa thanh 2 thì lực hút yếu đi thì thanh 2 thanh nam châm.

21. Chọn câu **đúng** khi nói về đường sức từ:

A. Xuất phát tại $-\infty$, kết thúc tại $+\infty$.

B. Xuất phát tại cực Bắc, kết thúc tại cực Nam

C. Xuất phát tại cực Nam, kết thúc tại cực Bắc.

D. Đường sức từ là đường cong kín nên nói chung không có điểm bắt đầu và điểm kết thúc.

22. Quy tắc tìm chiều của đường sức từ biểu diễn từ trường của một ống dây có dòng điện một chiều chạy qua là quy tắc:

A. Bàn tay trái.

B. Nắm tay phải.

C. Hình bình hành.

D. Cả A, B, C đều sai.

23. Chọn câu trả lời **đúng**

Theo quy tắc nắm tay phải:

A. Chiều của ngón cái chỉ chiều dòng điện.

B. Chiều của bốn ngón tay nắm lại chỉ chiều dòng điện.

C. Chiều của ngón cái chỉ chiều đường sức.

D. Cả B và C đều đúng.

24. Chọn câu trả lời **đúng**

Chiều của đường sức từ của một ống dây mang dòng điện:

A. phụ thuộc vào chiều dòng điện chạy trong ống dây.

B. xác định bởi quy tắc bàn tay trái.

C. xác định bởi quy tắc nắm tay phải.

D. Cả A và C đều đúng.

25. Chọn câu trả lời **đúng**

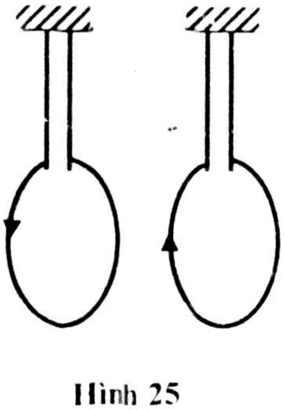
Hai ống dây có dòng điện được treo đồng trục và gần nhau như hình 25

A. Nếu dòng điện chạy trong ống dây cùng chiều nhau thì hai ống dây sẽ hút nhau.

B. Nếu dòng điện chạy trong ống dây cùng chiều nhau thì hai ống dây sẽ đẩy nhau.

C. Nếu dòng điện chạy trong ống dây ngược chiều nhau thì hai ống dây sẽ đẩy nhau.

D. Cả A và C đều đúng.



Hình 25

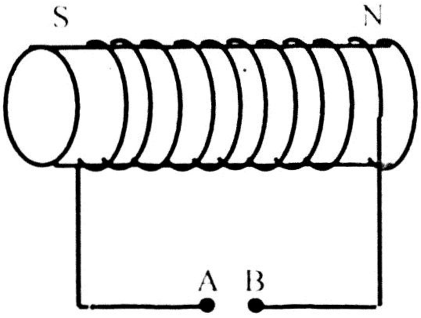
26. Chọn câu trả lời **đúng**

Cuộn dây của một nam châm điện được nối với một nguồn điện như hình 26. N là cực Bắc của nam châm và S là cực Nam của nam châm.

A. Cực A là cực dương của nguồn điện.

B. Cực A là cực âm của nguồn điện.

C. Cực B là cực dương của nguồn điện.



Hình 26

D. Không đủ dữ kiện để xác định tên các cực của nguồn điện.

27. Chọn câu trả lời **đúng**

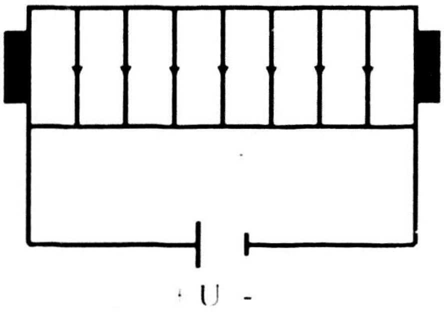
Cho một nam châm điện như hình 27.

A. Các đường sức từ trong nam châm có chiều từ phải sang trái.

B. Cực Bắc của nam châm nằm bên phải.

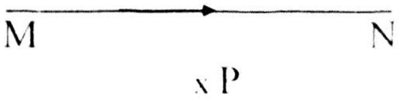
C. Cực Nam của nam châm nằm bên phải.

D. Cả A, B, C đều sai.



Hình 27

28. Trên Hình 28, MN biểu diễn chùm tia điện tử, trong đó các êlectron chuyển động theo chiều mũi tên. Hỏi chiều của vectơ cảm ứng từ tại điểm P?



Hình 28

A. Hướng theo chiều từ M đến N.

B. Hướng theo chiều từ N đến M.

C. Hướng vuông góc với tờ giấy ra phía trước.

D. Hướng vuông góc với MN, hướng xuống.

29. Chọn các cụm từ đã cho điền vào chỗ trống trong câu sau đây sao cho được một câu đầy đủ và có ý nghĩa:

Các đường sức từ của dòng điện thẳng là...... vuông góc với dòng điện.

A. các đường thẳng

B. đường tròn sao cho nó tiến theo chiều

C. các đường tròn đồng tâm nằm trong các mặt phẳng

D. Các đường cong nằm trong mặt phẳng

30. Chọn các cụm từ đã cho điền vào chỗ trống trong câu sau đây sao cho được một câu đầy đủ và có ý nghĩa:

Người ta xác định chiều của đường sức từ của dòng điện thẳng bằng....

A. quy tắc nắm tay phải. B. quy tắc nắm tay trái.

C. quy tắc bàn tay trái. D. quy tắc bàn tay phải.

31. Chọn các cụm từ đã cho điền vào chỗ trống trong câu sau đây sao cho được một câu đầy đủ và có ý nghĩa:

Người ta xác định chiều của đường sức từ tại tâm của dòng điện tròn bằng...

A. quy tắc nắm tay phải. B. quy tắc bàn tay phải.

C. quy tắc nắm tay trái. D. quy tắc bàn tay trái.

32. Một dây dẫn thẳng dài có dòng điện đi qua, nằm trong mặt phẳng (P). M và N là hai điểm cùng nằm trong mặt phẳng (P) và đối xứng nhau qua dây dẫn. Vectơ cảm ứng từ tại hai điểm này có tính chất nào sau đây:

A. Cùng vuông góc với mặt phẳng (P), song song, cùng chiều nhau.

B. Cùng vuông góc với mặt phẳng (P), ngược chiều nhau, cùng độ lớn.

C. Cùng nằm trong mặt phẳng (P), song song, cùng chiều nhau

D. Cùng nằm trong mặt phẳng (P), ngược chiều nhau, cùng độ lớn.

33. Chọn các cụm từ đã cho điền vào chỗ trống trong câu sau đây sao cho được một câu đầy đủ và có ý nghĩa:

Người ta xác định chiều của lực từ tác dụng lên một đoạn dây có dòng điện thẳng bằng...

A. quy tắc bàn tay phải. B. quy tắc cái đinh ốc.

C. quy tắc nắm tay phải. D. quy tắc bàn tay trái.

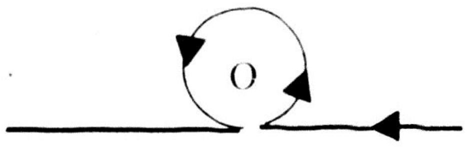
34. Một dây dẫn thẳng dài có đoạn giữa uốn thành hình vòng tròn như hình vẽ. Khi có dòng điện qua dây theo chiều như hình vẽ thì vectơ cảm ứng từ tại tâm O có:

A. Phương thẳng đứng, hướng lên.

B. Phương vuông góc với mặt phẳng hình tròn, hướng ra phía sau.

C. Phương vuông góc với mặt phẳng hình tròn, hướng ra phía trước.

D. Phương thẳng đứng, hướng xuống.



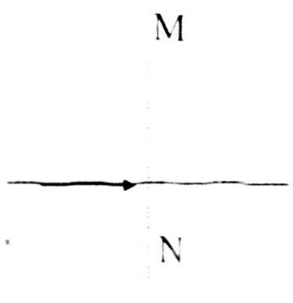
35. Một dòng điện cường độ I = 5 A chạy trong một dây dẫn thẳng, dài (Hình 35). Tính cảm ứng từ tại hai điểm M, N. Vectơ cảm ứng từ tại hai điểm đó có gì khác nhau? Cho biết M, N và dòng điện nằm trên mặt phẳng hình vẽ và M, N đều cách dòng điện một đoạn d = 4 cm.

A. $B_M = B_N$, hai vectơ song song và cùng chiều

B. $B_M = B_N$ hai vectơ song song và ngược chiều

C. $B_M > B_N$, hai vectơ song song và cùng chiều

B. $B_M = B_N$, hai vectơ vuông góc với nhau.



36. Chọn câu trả lời ***sai***

Lực điện từ tác dụng lên một đoạn dây dẫn có dòng điện chạy qua đặt vuông góc với đường sức từ sẽ thay đổi khi:

A. dòng điện đổi chiều hay cường độ dòng điện thay đổi.

B. từ trường đổi chiều.

C. độ lớn của cảm ứng từ thay đổi.

D. dòng điện và từ trường đồng thời đổi chiều.

37. Chọn câu trả lời **đúng**

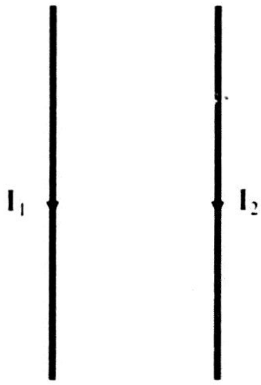
Hai dây dẫn đặt song song với nhau và có dòng điện chạy qua chúng cùng chiều nhau như hình 37. Hai dây đó sẽ:

A. hút nhau.

B. đẩy nhau.

C. không tương tác.

D. có khi hút, có khi đẩy.



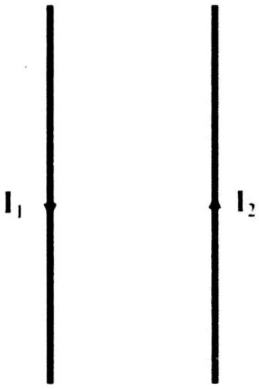
Hình 37

38. Chọn câu trả lời **đúng**

Hai dây dẫn đặt song song với nhau và có dòng điện chạy qua chúng ngược chiều nhau như hình 38. Hai dây đó sẽ:

A. hút nhau. B. đẩy nhau.

C. không tương tác. D. có khi hút, có khi đẩy.



Hình 38

39. Quy tắc tìm chiều của lực điện từ tác dụng lên một dòng điện là quy tắc:

A. bàn tay trái. B. nắm tay phải.

C. bàn tay phải. D. Cả A, B, C đều sai.

40. Chọn câu trả lời **đúng**

Trong một nam châm điện, lõi của nam châm có thể dùng là:

A. thép B. sắt non C. nhôm D. đồng

41. Chọn câu trả lời **đúng**

Trong nam châm điện:

A. Nam châm nào có dòng điện chạy qua càng nhỏ thì nam châm đó càng mạnh.

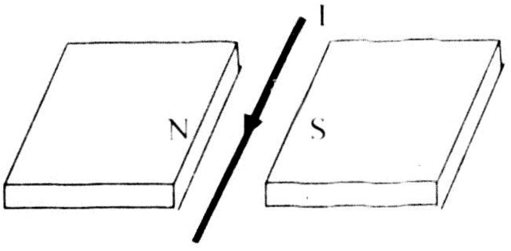
B. Nam châm nào có số vòng dây càng ít thì nam châm đó càng mạnh.

C. Nam châm nào có dòng điện càng lớn và số vòng dây càng nhiều thì nam châm đó càng mạnh.

D. Cả A và B đều đúng.

42. Chọn câu trả lời **đúng**

Một dây dẫn nằm ngang giữa hai cực Nam và Bắc của một nam châm. Khi cho dòng điện chạy qua dây theo chiều như hình 42, lực điện từ tác dụng lên dây dẫn có:



Hình 42

A. phương thẳng đứng, chiều hướng lên.

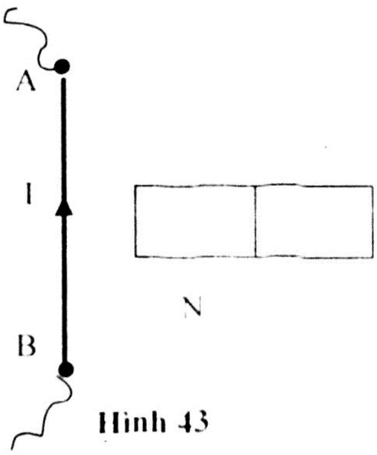
B. phương thẳng đứng, chiều hướng xuống.

C. phương nằm ngang vuông góc với dây dẫn, chiều hướng từ cực Bắc (N) sang cực Nam (S).

D. phương nằm ngang vuông góc với dây dẫn, chiều hướng từ cực nam (S) sang cực Bắc (N).

43. Chọn câu trả lời **đúng**

Một đoạn dây dẫn AB và một nam châm vĩnh cửu được đặt trong cùng mặt phẳng trang giấy như hình 43. Cho dòng điện cường độ I có chiều từ B sang A. Lực từ tác dụng lên dây có:



Hình 43

A. Phương vuông góc với mặt phẳng trang giấy và chiều từ trong ra ngoài.

B. Phương vuông góc với mặt phẳng trang giấy và chiều từ ngoài vào trong.

C. Phương nằm trong mặt phẳng trang giấy và chiều hướng về cực Bắc (N) của nam châm.

D. Phương nằm trong mặt phẳng trang giấy và chiều hướng ra từ cực Bắc (N) của nam châm.

44. Chọn câu trả lời **đúng**

Hai dây dẫn dài vô hạn, song song cách nhau 10 cm, trong có hai dòng điện $I_1 = I_2 = 10$ A chạy song song cùng chiều. Lực điện từ tác dụng lên mỗi mét dài của mỗi dây là:

A. lực hút có độ lớn $F = 2.10^{-7}$ N

B. lực đẩy có độ lớn $F = 2.10^{-7}$ N

C. lực hút có độ lớn $F = 2.10^{-4}$ N

B. lực đẩy có độ lớn $F = 2.10^{-4}$ N

45. Chọn câu trả lời **đúng**

Một đoạn dây có dòng điện được đặt trong một từ trường đều B. Để lực điện từ tác dụng lên dây cực đại thì góc α giữa dây dẫn và B phải bằng:

A. $\alpha = 0^\circ$ B. $\alpha = 30^\circ$ C. $\alpha = 60^\circ$ D. $\alpha = 90^\circ$

46. Chọn câu trả lời **đúng**

Một đoạn dây có dòng điện được đặt trong một từ trường đều B. Để lực điện từ tác dụng lên dây cực tiểu thì góc α giữa dây dẫn và B phải bằng:

A. $\alpha = 0^\circ$ B. $\alpha = 30^\circ$ C. $\alpha = 60^\circ$ D. $\alpha = 90^\circ$

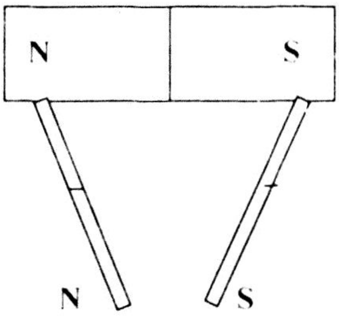
ĐÁP ÁN VÀ HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI

1. Trả lời: Chọn D. Có thể đó là hai thanh nam châm, cũng có thể một là thanh nam châm và một là thanh sắt.

2. Trả lời: Chọn C. Các cực khác tên sẽ hút nhau.

3. Trả lời: Chọn A.

Hai kim bị thanh nam châm hút trở thành hai nam châm có đầu còn lại ngược tên nhau như hình 3. Do đó, khi đưa hai đầu còn lại của kim (1) và (2) lại gần nhau thì chúng hút nhau.



Hình 3G

4. Trả lời: Chọn C.

Đặt một kim nam châm gần một dây dẫn có dòng điện chạy qua, kim nam châm bị quay đi một góc nào đó là do dòng điện đã tác dụng lên kim nam châm lực điện từ.

5. Trả lời: Chọn D.

Gỗ có khối lượng riêng nhỏ hơn sắt và đồng. Do đó có thể dùng cân, tay nắm nào nhẹ nhất thì được làm bằng gỗ mạ đồng. Sau đó, dùng một nam châm vĩnh cửu, tay nắm nào bị nam châm hút thì làm bằng sắt mạ đồng. Tay nắm nào không bị nam châm hút thì làm bằng đồng.

6. Trả lời: Chọn C.

Trên thanh nam châm chỗ hút sắt mạnh nhất là hai từ cực.

7. Trả lời: Chọn B.

Để xác định một điểm trong không gian có từ trường hay không, ta sẽ đặt tại điểm đó một kim nam châm.

8. Trả lời: Chọn C.

Để biến một thanh thép thành một nam châm vĩnh cửu ta có thể đặt thanh thép trong lòng ống dây dẫn có dòng điện một chiều chạy qua.

9. Trả lời: Chọn C.

Từ trường tồn tại xung quanh: Nam châm, dòng điện, Trái đất.

⇒ Câu sai C

10. Trả lời: Chọn A.

Chiều của đường sức từ của một nam châm sẽ đi ra từ cực Bắc và đi vào cực Nam ⇒ P là cực Bắc ; Q là cực Nam.

11. Trả lời: Chọn D.

Từ phổ cho ta biết:

- Dạng đường sức của từ trường.
- Chiều của đường sức của từ trường.
- Độ mạnh yếu của từ trường.

12. Trả lời: Chọn D.

Để quan sát từ phổ của từ trường của một nam châm ta có thể dùng mạt sắt.

13. Trả lời: Chọn C.

Đường sức từ của một nam châm vĩnh cửu thẳng:

- Có dạng các đường cong kín xuất phát từ cực Bắc và kết thúc ở cực Nam.
- Mật độ đường sức càng xa nam châm càng thưa (ít)
- Mật độ đường sức càng gần nam châm càng mau (nhiều).

⇒ Câu sai C

14. Trả lời: Chọn D.

Từ phổ của một nam châm vĩnh cửu hình chữ U:

- Phía ngoài chữ U có dạng các đường cong kín xuất phát từ cực Bắc và kết thúc ở cực Nam.
- Phía trong chữ U có dạng các đường thẳng song song từ cực Bắc sang cực Nam.
- Mật độ các đường sức bên trong chữ U mau hơn phía bên ngoài chữ U.

15. Trả lời: Chọn A.

Trường hợp vật có khả năng nhiễm từ và trở thành nam châm vĩnh cửu là vòng dây dẫn bằng thép được đưa lại gần một cực của nam châm điện mạnh trong thời gian ngắn, rồi đưa ra xa.

16. Trả lời: Chọn D.

Chọn hai thanh bất kì nếu chúng chỉ hút nhau thì trong hai thanh có một thanh không phải là nam châm. Nếu hai thanh lúc hút, lúc đẩy tùy theo các đầu đưa lại gần nhau thì cả hai thanh là nam châm. Dùng hai lần thử ta sẽ tìm ra được thanh nào là thanh không nhiễm từ.

17. Trả lời: Chọn D.

Thanh nam châm đặt gần thanh sắt non-MP như hình 17 thì:

Thanh sắt biến thành một thanh nam châm. Đầu M của thanh sắt là cực Bắc. Đầu P của thanh sắt là cực Nam.

Đưa thanh sắt ra xa thanh nam châm, thanh sắt non không hút được các thanh sắt khác đặt gần nó. ⇒ Câu sai D

18. Trả lời: Chọn D.

- Có thể khẳng định các kẹp sắt này đã trở thành nam châm được. Vì các kẹp sắt gắn vào nam châm lại có thể hút được các kẹp khác thành một chuỗi các kẹp.
- Đầu kẹp nào gắn vào cực Bắc của nam châm thì đầu đó là cực Nam, còn đầu kẹp nào gắn vào cực Nam của nam châm thì đầu đó là cực Bắc.

19. Trả lời: Chọn C.

20. Trả lời: Chọn D.

Đưa một đầu thanh 1 lại gần thanh 2 và dịch chuyển từ đầu này đến đầu kia của thanh 2, nếu đến giữa thanh 2 thì lực hút yếu đi thì thanh 2 là thanh nam châm.

21. Trả lời: Chọn D.

22. Trả lời: Chọn B.

Quy tắc tìm chiều của đường sức từ biểu diễn từ trường của một ống dây có dòng điện một chiều chạy qua là quy tắc nắm tay phải.

23. Trả lời: Chọn D.

Theo quy tắc nắm tay phải:

- Chiều của bốn ngón tay nắm lại chỉ chiều dòng điện.
- Chiều của ngón cái chỉ chiều đường sức.

24. Trả lời: Chọn D.

Chiều của đường sức từ của một ống dây mang dòng điện:

- Phụ thuộc vào chiều dòng điện chạy trong ống dây.
- Xác định bởi quy tắc nắm tay phải.

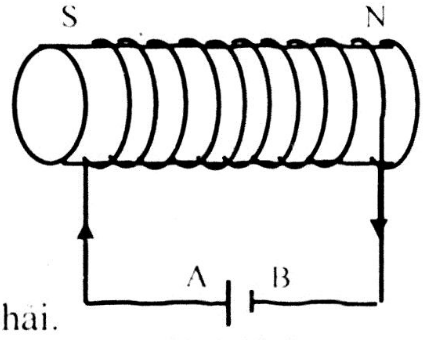
25. Trả lời: Chọn D.

Nếu dòng điện chạy trong ống dây có chiều như trên hình 25 tức là hai dòng điện ngược chiều nhau thì theo quy tắc bàn tay phải hai mặt đối diện của chúng là hai cực khác tên nhau ⇒ hai ống dây sẽ hút nhau.

Nếu đổi chiều dòng điện của một trong hai ống thì hai dòng điện sẽ cùng chiều nhau, theo quy tắc bàn tay phải hai mặt đối diện của chúng là hai từ cực cùng tên nhau ⇒ hai ống dây sẽ đẩy nhau.

26. Trả lời: Chọn A.

Để từ cực của nam châm như hình 26G. Theo quy tắc nắm tay phải dòng điện phải chạy theo chiều từ A sang B. Vậy cực A phải là cực dương của nguồn điện như hình 26G.



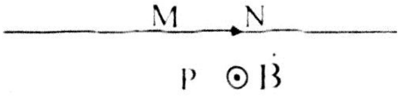
Hình 26G

27. Trả lời: Chọn B.

Trên hình 27, cực Bắc của nam châm nằm bên phải.

28. Trả lời: Chọn C.

Chiều của $\vec{B}$ tại P được biểu diễn trên hình 28G



Hình 28G

29. Trả lời: Chọn C.

30. Trả lời: Chọn A.

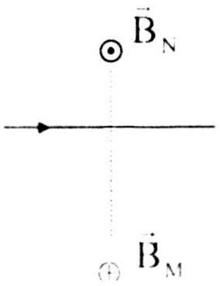
31. Trả lời: Chọn C.

32. Trả lời: Chọn B.

33. Trả lời: Chọn D.

34. Trả lời: Chọn C.

35. Trả lời: Chọn B



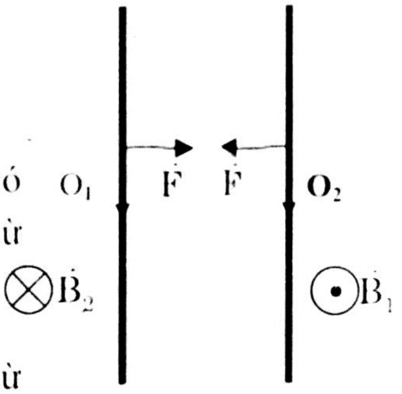
Hình 35

$B = 2,5.10^{-5}$ T. Chiều của các vectơ cảm ứng từ tại M, N được chỉ rõ trên Hình 35G. B_N đi ra; B_M đi vào.

36. Trả lời: Chọn D.

37. Trả lời: Chọn A.

Dòng điện I_1 tạo ra tại vị trí O_2 từ trường $\vec{B}_1$ có đường sức từ theo quy tắc nắm tay phải hướng từ trong tờ giấy ra ngoài.



Hình 37G

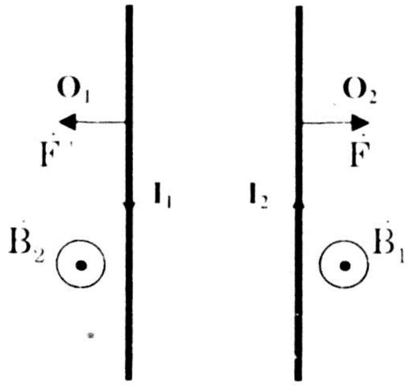
Dùng quy tắc bàn tay trái cho dòng điện I_2 chạy từ cổ tay ra ngón tay, đường sức từ $\vec{B}_1$ hướng từ lòng bàn tay ra mu bàn tay, khi đó ta xác định được lực điện từ $\vec{F}$ hướng từ I_2 đến I_1.

Tương tự như vậy ta xác định được lực điện từ $\vec{F}'$ đặt lên dây chứa dòng điện I_1 và hướng về I_2.

- Như thế hai dây hút nhau như hình 37G.

38. Trả lời: Chọn B.

Dòng điện I_1 tạo ra tại vị trí O_2 từ trường có đường sức từ theo quy tắc nắm tay phải hướng từ trong tờ giấy ra ngoài. Dùng quy tắc bàn tay trái cho dòng điện I_2 chạy từ cổ tay ra ngón tay, đường sức từ $\vec{B}_2$ hướng từ lòng bàn tay ra mu bàn tay, khi đó ta xác định được lực điện từ $\vec{F}$ hướng ra ngoài I_2.



Hình 38G

Tương tự như vậy ta xác định được lực điện từ $\vec{F}'$ đặt lên dây chứa dòng điện I_1 và hướng ra ngoài I_1. Như thế hai dây đẩy nhau như hình 38G.

39. Trả lời: Chọn B.

Quy tắc tìm chiều của đường sức từ biểu diễn từ trường của một ống dây có dòng điện một chiều chạy qua là quy tắc nắm tay phải.

40. Trả lời: Chọn B.

Tính chất của nam châm điện là:

+ Khi có dòng điện chạy trong ống dây, nam châm có từ tính tạo ra trường mạnh, có thể hút được sắt, thép...

+ Khi không có dòng điện chạy trong ống dây, nam châm mất từ tính và không thể hút được sắt, thép...

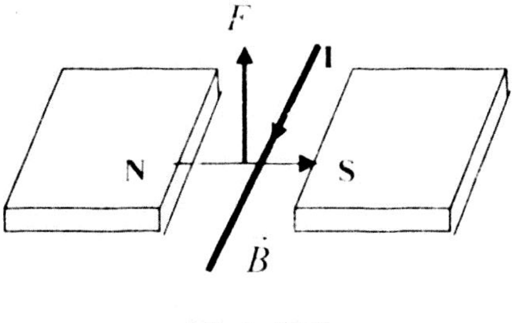
Trong các vật liệu trên chỉ có sắt non là có tính chất này. Vì vậy lõi của nam châm phải bằng sắt non.

41. Trả lời: Chọn C.

Nam châm nào có dòng điện càng lớn và số vòng dây càng nhiều thì nam châm đó càng mạnh.

42. Trả lời: Chọn A.

Đường sức từ $\vec{B}$ đi từ cực Bắc sang cực Nam. Đặt bàn tay trái sao cho chiều dòng điện đi từ cổ ra ngón tay, đường sức từ đi xuyên từ lòng bàn tay ra mu bàn tay, ngón cái chỉ lên trên. Ta có lực F hướng lên trên như Hình 42G.



Hình 42G

43. Trả lời: Chọn A.

Áp dụng quy tắc bàn tay trái: Lực từ có phương vuông góc với mặt phẳng trang giấy và có chiều hướng từ trong ra ngoài.

44. Trả lời: Chọn C.

Vì hai dòng điện I_1, I_2 chạy song song cùng chiều nên lực điện từ tác dụng lên mỗi mét dài của mỗi dây là lực hút và có độ lớn:

$$F = 2.10^{-7}\frac{I_1I_2}{a} = 2.10^{-4}\,N$$

Trong đó: $I_1 = I_2 = 10A$; a = 10 cm ; 0,1m

45. Trả lời: Chọn A

Lực điện từ tác dụng lên đoạn dây dẫn chiều dài l có dòng điện I chạy qua được đặt trong một từ trường đều $\vec{B}$ và góc hợp với $\vec{B}$ là α bằng:

$$F = IBl\sin\alpha \Rightarrow F = F_{max} \text{ khi } \sin\alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 0^0$$

46.Trả lời: Chọn D.

Tương tự bài trước ta có: $F = F_{min}$ khi $\sin\alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 90^0$

Chương V

CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

A. TÓM TẮT KIẾN THỨC CƠ BẢN

I. HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

1. Từ thông Φ: Từ thông qua diện tích S: $\Phi = B.S.\cos\alpha$ (1)

Đại lượng Φ xác định bằng công thức (1) được gọi là *cảm ứng từ thông* qua diện tích S, gọi tắt là *từ thông* qua diện tích S.

S: Diện tích của vòng dây phẳng (C) đặt trong từ trường đều $\vec{B}$.

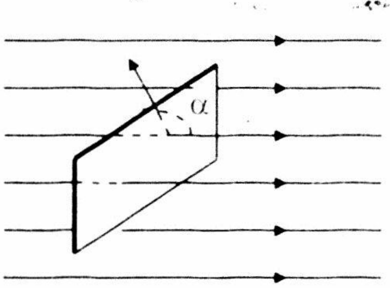
$\vec{n}$: Pháp tuyến dương của diện tích S

α: góc hợp bởi $\vec{B}$ và $\vec{n}$

– Đơn vị của Φ là Weber (Wb)

Các trường hợp riêng:

- Khi $\alpha = 0$: $\Phi = BS$: từ thông cực đại
- Khi $\alpha = 90^0$: $\Phi = 0$: từ thông triệt tiêu



Hình 1. *Các đường sức từ xuyên qua diện tích S.*

2. Hiện tượng cảm ứng điện từ

a. Dòng điện cảm ứng

Dòng điện xuất hiện khi có sự biến đổi từ thông qua mạch điện kín gọi là dòng điện cảm ứng.

b. Suất điện động cảm ứng

Khi có sự biến đổi từ thông qua mặt giới hạn bởi một mạch điện kín, thì trong mạch xuất hiện suất điện động cảm ứng.

Hiện tượng xuất hiện suất điện động cảm ứng được gọi là *hiện tượng cảm ứng điện từ.*

3. Chiều của dòng điện cảm ứng

Định luật Len–xơ

Từ nhận xét trên, ta thấy có thể phát biểu định luật xác định chiều của dòng điện cảm ứng, gọi là *định luật Len–xơ* như sau:

Dòng điện cảm ứng có chiều sao cho từ trường của nó sinh ra có tác dụng chống lại nguyên nhân đã sinh ra nó.

4. Định luật Pha-ra-đây về cảm ứng điện từ

Nếu trong khoảng thời gian Δt đủ nhỏ, từ thông qua mạch biến thiên một lượng $\Delta\Phi$ thì $\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$ là tốc độ biến thiên của từ thông. Vì vậy, theo các kết quả thực nghiệm vừa nói ta có thể viết:

$$\mathscr{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \qquad (2)$$

Dấu trừ (–) biểu thị định luật Len-xơ.

Công thức (2) biểu thị *định luật Pha-ra-đây về cảm ứng điện từ.*

Trường hợp từ thông Φ là hàm số theo thời gian thì sđđ cảm ứng $\mathscr{E}_c$ là:

$$\mathscr{E}_c = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (2') \qquad \frac{d\Phi}{dt}: \text{Đạo hàm của } \Phi \text{ theo t}$$

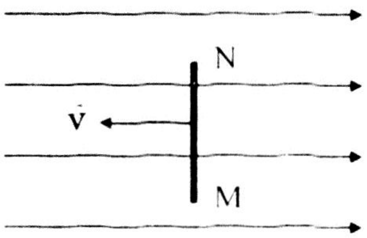
II. SUẤT ĐIỆN ĐỘNG CẢM ỨNG TRONG MỘT ĐOẠN DÂY DẪN CHUYỂN ĐỘNG

1. Biểu thức của suất điện động cảm ứng

Người ta đã chứng minh rằng nếu $\vec{v}$ và $\vec{B}$ cùng vuông góc với đoạn dây, đồng thời $\vec{v}$ hợp với $\vec{B}$ một góc Φ thì độ lớn của suất điện động trong đoạn dây là:

$$\mathscr{E} = Blv\sin\theta \qquad (3)$$

Nếu đoạn dây dẫn chuyển động trong từ trường được coi như một nguồn điện thì lực Lo-ren-xơ tác dụng lên các êlectron tạo thành dòng điện đóng vai trò lực lạ.



2. Quy tắc bàn tay phải

Đặt bàn tay phải hứng các đường sức từ, ngón cái choãi ra 90° hướng theo chiều chuyển động của đoạn dây, khi đó đoạn dây dẫn đóng vai trò như một nguồn điện, chiều từ cổ tay đến bốn ngón tay kia chỉ chiều từ cực âm sang cực dương của nguồn điện đó.

3. Dòng điện Phu-cô

Ta gọi *dòng điện cảm ứng được sinh ra ở trong khối vật dẫn khi vật dẫn chuyển động trong từ trường hay được đặt trong từ trường biến đổi theo thời gian là dòng điện Phu-cô.*

III. HIỆN TƯỢNG TỰ CẢM

1. Hiện tượng tự cảm

Hiện tượng cảm ứng điện từ trong một mạch điện do chính sự biến đổi của dòng điện trong mạch đó gây ra gọi là hiện tượng tự cảm.

2. Suất điện động tự cảm

a. Hệ số tự cảm

Cảm ứng từ B tỉ lệ với cường độ dòng điện I sinh ra B. Vậy từ thông qua diện tích giới hạn bởi mạch điện tỉ lệ với cường độ dòng điện trong mạch đó:

$$\Phi = LI \qquad (4)$$

Hệ số tỉ lệ L trong công thức (41.1) gọi là *hệ số tự cảm (hay độ tự cảm)* của mạch điện, đơn vị của hệ số tự cảm là *henri*, ký hiệu là H.

Biểu thức tính hệ số tự cảm của một ống dây dài đặt trong không khí là:

$$L = 4\pi.10^{-7} n^2 V \qquad (5)$$

trong đó n là số vòng dây trên một đơn vị chiều dài của ống, V là thể tích của ống.

b. Suất điện động tự cảm

Suất điện động được sinh ra do hiện tượng tự cảm gọi là suất điện động tự cảm. Hệ số tự cảm của một mạch điện là đại lượng không đổi. Do đó, có thể viết:

$$\Delta\Phi = L\Delta I \qquad (6)$$

Từ đó ta suy ra công thức xác định suất điện động tự cảm sau:

$$\mathscr{E} = L\frac{\Delta I}{\Delta t} \qquad (7)$$

Trường hợp cường độ dòng điện i là hàm số theo thời gian thì sđđ tự cảm $\mathscr{E}_{tc}$ là:

$$\mathscr{E}_{tc} = -L\frac{di}{dt} \qquad (7'), \quad \frac{di}{dt}: \text{Đạo hàm của } \Phi \text{ theo t}$$

3. Năng lượng từ trường

a. Năng lượng của ống dây có dòng điện

Khi có dòng điện cường độ I chạy qua ống dây có hệ số tự cảm L thì năng lượng trong ống dây là: $W = \frac{1}{2}LI^2$ (8)

b. Năng lượng từ trường

Khi cho dòng điện chạy qua ống dây thì trong ống dây có từ trường. Vì vậy năng lượng của ống dây chính là năng lượng của từ trường trong ống dây đó.

$$W = \frac{1}{8\pi}10^7 B^2 V \qquad (9)$$

Từ trường trong ống dây là từ trường đều nên nếu gọi w là mật độ năng lượng từ trường thì có thể viết W = wV. Do đó ta tìm được:

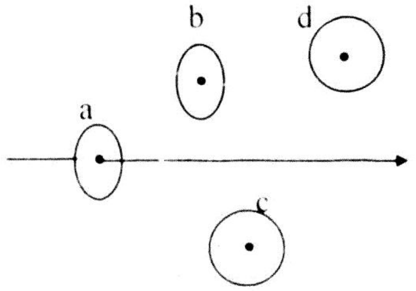
$$w = \frac{1}{8\pi} 10^7 B^2 \qquad (10)$$

B. BÀI TẬP TỰ LUẬN

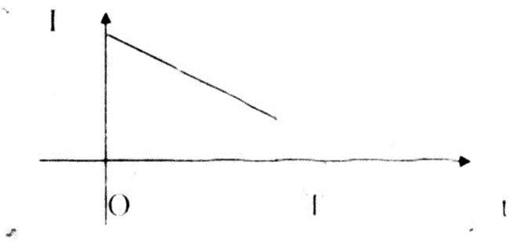
I. BÀI TẬP ĐỊNH TÍNH VỀ HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 1.1. Cho dòng điện thẳng nằm trong mặt phẳng hình vẽ. Có bốn vòng tròn dây dẫn giống nhau được đặt ở bốn tư thế như trên hình 1.2. Các hình a, b biểu diễn trường hợp mặt phẳng vòng dây vuông góc với dòng điện (ở hình a, dòng điện đi qua tâm vòng dây). Các hình c, d biểu diễn trường hợp mặt phẳng vòng dây nằm trong mặt phẳng hình vẽ.



Hình 1.2



Hình 1.2B

Cho biết cường độ dòng điện I biến thiên theo thời gian như trên Hình 1.2B.

Xét bốn câu sau đây câu nào ***sai*** ?

A. trong vòng dây a bằng không.

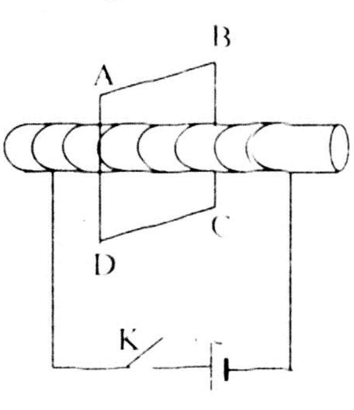
B. trong vòng dây b có cường độ giảm dần theo thời gian.

C. trong vòng dây c có cường độ không đổi theo thời gian.

D. trong vòng dây d có chiều ngược chiều quay của kim đồng hồ.

Giải: Câu B sai.

Bài 1.2. Khi đóng khóa K thì dòng điện cảm ứng phát sinh trong khung ABCD chạy theo chiều nào? Cũng câu hỏi như thế nhưng đối với trường hợp khóa K đang đóng mà mở ra. (Hình 1.3)

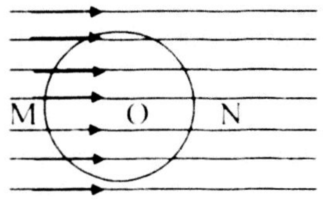


Hình 1.3

Giải: Khi đóng khóa K thì dòng điện qua cuộn dây có cùng chiều với chiều quay kim đồng hồ nên cảm ứng từ $\vec{B}$ do nó sinh ra có chiều từ phải sang trái. Khi đóng mạch, thì $\vec{B}$ tăng nên dòng điện cảm ứng phát sinh trong khung dây ABCD ngược chiều quay với kim đồng hồ để vectơ cảm ứng $\vec{B'}$ do nó sinh ra ngược chiều với $\vec{B}$.

- Khi mở khóa K thì từ trường bên trong cuộn dây giảm nên từ thông qua diện tích của khung dây ABCD cũng giảm. Do đó dòng điện cảm ứng phát sinh trong khung dây ABCD có cùng chiều với chiều quay kim đồng hồ để vectơ cảm ứng từ $\vec{B'}$ do nó sinh ra cùng chiều với $\vec{B}$.

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

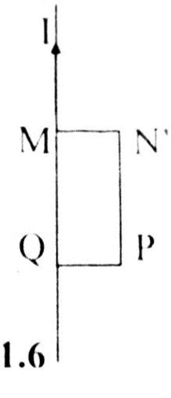


Hình 1.4

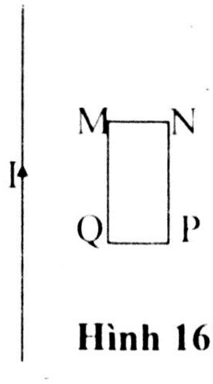
Bài 1.4. Một khung dây dẫn tròn gồm N vòng. Khung nằm trong từ trường đều, mặt phẳng khung song song với đường sức. Cho khung quay xung quanh trục MN. MN qua tâm của khung và trùng với một đường sức từ (Hình 1.4). Hỏi trong khung có xuất hiện dòng điện cảm ứng không? Giải thích.

Bài 1.5. Ở gần nơi sét đánh người ta thấy có cầu chì bị cháy; đôi khi những máy đo điện nhạy cũng bị cháy. Giải thích?

Bài 1.6. Cho dòng điện thẳng cường độ I không đổi. Khung dây dẫn hình chữ nhật MNPQ được đặt sát dòng điện, cạnh MQ của khung trùng với dòng điện (Hình 1.6) và khi cạnh MQ không sát dòng điện (Hình 1.6B).Cho khung dây dẫn quay xung quanh cạnh MQ của khung. Hỏi khi đó trong khung dây có dòng điện không? Giải thích.

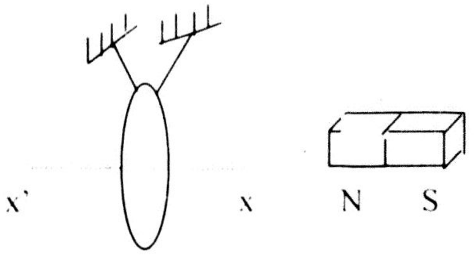


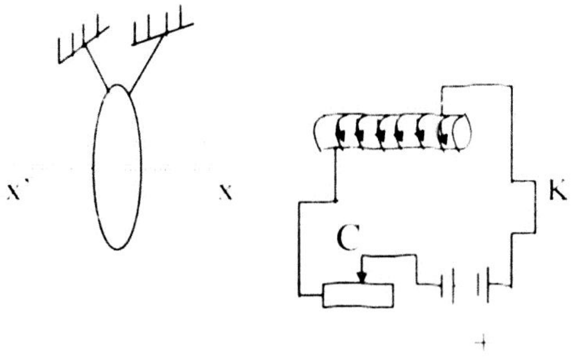
Hình 1.6



Hình 16B

Bài 1.7. Một khung dây dẫn tròn được treo bằng hai sợi dây mềm như trên Hình 1.7. Đường thẳng x'x biểu diễn trục của khung dây. Một nam châm thẳng đặt dọc theo trục x'x, cực Bắc của nam châm gần khung dây. Tịnh tiến nam châm lại gần khung dây thì thấy khung dây di chuyển sang bên trái. Tịnh tiến nam châm ra xa khung dây thì thấy khung dây di chuyển sang bên phải. Giải thích vì sao?

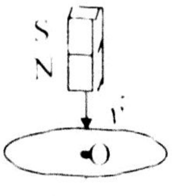




Hình 1.7 **Hình 1.8**

Bài 1.8. Một khung dây dẫn tròn được treo bằng hai sợi dây mềm như trên Hình 1.8. Đường thẳng x'x biểu diễn trục của khung dây. Khung dây được đặt gần một nam châm điện, mặt phẳng khung dây vuông góc với nam châm điện. Hỏi chiều của dòng điện cảm ứng trong khung dây khi con chạy C di chuyển sang bên trái? Khi đó khung dây bị hút hay bị đẩy bởi nam châm điện?

Bài 1.9. Cho một nam châm thẳng rơi theo phương thẳng đứng qua tâm O của vòng tròn dây dẫn nằm ngang như trên Hình 1.9. Hỏi chiều của dòng điện cảm ứng trong vòng dây?



Hình 1.9

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

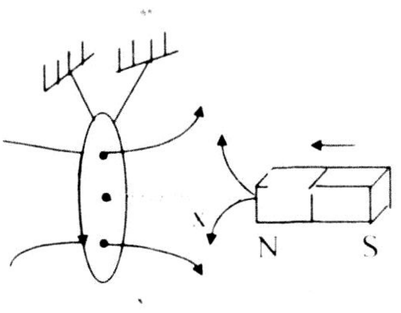
Bài 1.4. Giải: Không xuất hiện dòng điện cảm ứng. Vì từ thông qua khung dây luôn luôn bằng không.

Bài 1.5. Giải: Dòng điện trong sét có cường độ rất lớn có thể đạt đến 10000 – 50000 A. Dòng điện đó gây ra từ trường. Từ trường này biến thiên rất nhanh theo thời gian. Vì vậy trong các mạch điện ở nơi có từ trường biến thiên nhanh sẽ có dòng điện cảm ứng. Dòng điện cảm ứng này làm cháy cầu chì, làm hỏng dụng cụ đo điện.

Bài 1.6. Giải: Trường hợp khi cạnh MQ sát dòng điện thì không có dòng điện cảm ứng. Vì khi quay khung xung quanh cạnh MQ của khung thì từ thông qua khung không đổi.

Trường hợp khi cạnh MQ không sát dòng điện thì có dòng điện cảm ứng. Vì khi quay khung xung quanh cạnh MQ của khung thì từ thông qua khung biến đổi.

Bài 1.7. Giải: Vì cực Bắc của nam châm ở gần khung dây nên khi đưa nam châm lại gần khung dây, theo quy tắc Len-xơ, dòng điện cảm ứng trong khung có chiều như Hình 1.7G. Các đường sức của dòng điện cảm ứng trong khung có chiều hướng sang bên phải như Hình 1.7G: ta nói phía bên phải của mặt phẳng dòng điện là mặt Bắc, còn phía bên trái gọi là mặt Nam của dòng điện. Do đó cực Bắc của nam châm đẩy mặt Bắc của dòng điện.



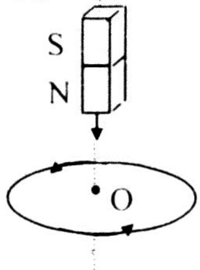
Hình 1.7G

Nếu đưa nam châm ra xa khung dây, theo quy tắc Len–xơ, dòng điện cảm ứng có chiều ngược với chiều dòng điện trên Hình 7.1G. Phía bên phải của mặt phẳng dòng điện là mặt Nam của dòng điện. Khi đó cực Bắc của nam châm hút mặt Nam của dòng điện.

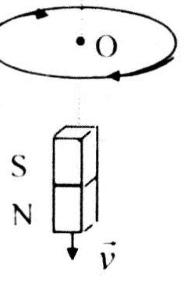
Chú ý: Ta cũng có thể giải thích ngắn gọn như sau: khi đưa cực Bắc của nam châm lại gần khung dây, theo quy tắc Len–xơ, từ trường của dòng điện cảm ứng có tác dụng đẩy nam châm. Theo định luật Niu–tơn III thì nam châm cũng đẩy dòng điện. Khi đưa cực Bắc của nam châm ra xa khung dây thì từ trường của dòng điện cảm ứng hút nam châm. Khi đó nam châm cũng hút dòng điện.

Bài 1.8. Giải: Con chạy C di chuyển về bên trái thì cường độ dòng điện trong ống dây tăng. Do đó từ thông qua mặt phẳng khung dây tăng. Theo quy tắc Len–xơ, từ trường của dòng điện cảm ứng trong khung dây có xu hướng chống lại sự tăng từ thông. Do đó dòng điện cảm ứng trong khung có chiều như Hình 7.2G. Phía bên phải của mặt phẳng dòng điện là mặt Nam của dòng điện cảm ứng. Cực bên trái của nam châm điện là cực Nam. Do đó dòng điện cảm ứng bị đẩy ra xa nam châm điện.

Bài 1.9. Giải: Khi nam châm rơi ở phía bên trên vòng tròn, dòng điện cảm ứng có chiều như Hình 1.9G.a



Hình 1.9Ga



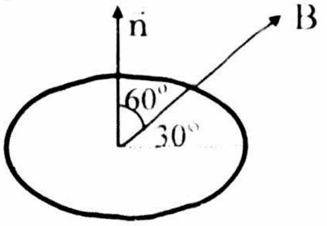
Hình 1.9Gb

Khi nam châm rơi ở phía dưới vòng tròn, dòng điện cảm ứng có chiều như Hình 1.9Gb, khi nam châm rơi đến tâm O, cực Nam ở trên, cực Bắc ở dưới mặt phẳng khung dây thì dòng điện cảm ứng bằng không và đổi chiều.

II. SUẤT ĐIỆN ĐỘNG CẢM ỨNG

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 2.1. Một vòng dây dẫn phẳng giới hạn diện tích $S = 5cn^2$ đặt trong từ trường đều cảm ứng từ $B = 0,1T$. Mặt phẳng vòng dây làm thành với vectơ $\vec{B}$ một góc $\alpha = 30^0$. Tính từ thông qua diện tích S.



Hình 2.1

Giải: $\vec{B}$ hợp với mặt phẳng khung dây một góc 30^0 nên góc α hợp bởi $\vec{B}$ và pháp tuyến $\vec{n}$ của khung dây bằng 60^0. Ta có:

$$\Phi = B.\ S.\ \cos\alpha$$
$$= 0,1.\ 5.\ 10^{-4}.\ \cos60^0$$
$$= 0,1.\ 5.\ 10^{-4}.\ \frac{1}{2} = 25.\ 10^{-6}Wb$$

Bài 2.2. Một khung dây dẫn có 1000 vòng được đặt trong từ trường đều sao cho các đường cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng khung. Diện tích mặt phẳng bị giới hạn bởi một vòng dây là $2dm^2$. Cảm ứng từ của từ trường giảm đều từ giá trị 0,5T đến 0,2T trong thời gian 0,1s. Tính suất điện động cảm ứng trong mỗi vòng dây và trong toàn khung dây.

Giải: Gọi $\mathscr{E}_c$ là sđđ cảm ứng phát sinh trong một vòng dây.

$$\mathscr{E}_c = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$$

với $|\Delta\Phi| = S.\ |\Delta B|$ vì S không thay đổi

$|\Delta B| = 0,5 - 0,2 = 0,3T$

$\Delta t = 0,1s$

Vậy $\mathscr{E}_c = 6.\ 10^{-2}V$

Suất điện động cảm ứng trong toàn khung dây:

Ta có: $\mathscr{E}_c = n.\ \mathscr{E}_c = 1000.6.10^{-2}$

Vậy $\mathscr{E}_c = 60V$.

Bài 2.3. Một khung dây tròn, phẳng, bán kính 0,10 m gồm 50 vòng được đặt trong từ trường đều. Vectơ cảm ứng từ làm với mặt phẳng khung dây góc $\alpha = 60^0$. Lúc đầu cảm ứng từ có giá trị bằng 0,05 T. Tìm suất điện động cảm ứng trong khung nếu trong khoảng 0,05 s:

a) cảm ứng từ tăng đều lên gấp đôi. b) cảm ứng từ giảm đều đến không.

Giải: a) $\Delta\Phi = 50.\pi r^2 B\cos 30^0 = 0{,}068$ Wb.

$\Rightarrow |\mathscr{E}| = \dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 1{,}36$ V.

b) $\Delta\Phi = \Phi = 0{,}068$ Wb; $\mathscr{E} = 1{,}36$ V.

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 2.4. Một cuộn dây dẫn phẳng có 100 vòng, bán kính cuộn dây là 0,1m. Cuộn dây được đặt trong từ trường đều và vuông góc với các đường cảm ứng từ. Lúc đầu cảm ứng từ của từ trường đều có giá trị 0,2T. Hãy tìm suất điện động cảm ứng trong cuộn dây nếu trong thời gian 0,1s:

a) Cảm ứng từ của từ trường tăng đều gấp đôi.

b) Cảm ứng từ của từ trường giảm đều đến 0.

Bài 2.5. Một khung dây phẳng đặt trong từ trường đều, cảm ứng từ $B = 5.10^{-2}$ T. Mặt phẳng khung dây hợp với vectơ $\vec{B}$ một góc $\alpha = 30^0$. Khung dây giới hạn một diện tích $S = 12$ cm^2. Hỏi từ thông qua diện tích S. Chiều của pháp tuyến với mặt phẳng khung dây chọn tùy ý.

Bài 2.6. Một cuộn dây bẹt gồm 100 vòng dây, bán kính 16cm. Trục của cuộn dây song song với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ của một từ trường đều $B = 0{,}2$T. Quay đều cuộn dây quanh một đường kính trong $\frac{1}{2}$ giây thì trục của cuộn dây vuông góc với $\vec{B}$. Tính sđđ cảm ứng phát sinh trong cuộn dây.

Bài 2.7. Một khung dây hình chữ nhật MNPQ gồm 20 vòng, MN = 5 cm, MQ = 4 cm. Khung được đặt trong từ trường đều, đường sức từ qua đỉnh M vuông góc với cạnh MN và hợp với cạnh MQ của khung một góc 30^0.

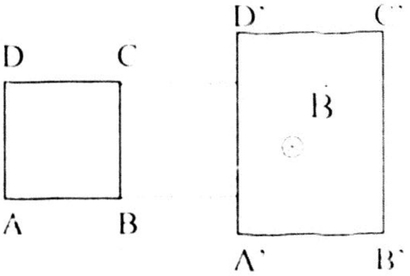
a) Tịnh tiến khung dây trong từ trường thì từ thông qua khung biến thiên như thế nào?

b) Quay khung 180^0 xung quanh cạnh MN. Tính độ biến thiên của từ thông qua khung.

c) Quay khung 360^0 xung quanh cạnh MQ. Tính độ biến thiên của từ thông. Cho biết $B = 3.10^{-3}$ T.

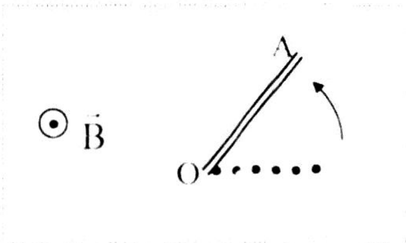
Bài 2.8. Một khung dây phẳng hình vuông ABCD có 500 vòng. Cạnh của khung dài 10cm. Hai đầu dây của khung nối lại với nhau. Khung chuyển động thẳng đều tiến lại khoảng không gian trong đó có từ trường đều. Trong khi chuyển động các cạnh AB và DC luôn luôn nằm trên hai đường thẳng song song.

Tính cường độ dòng điện trong khung trong khoảng thời gian từ khi cạnh AB của khung bắt đầu gặp từ trường đến khi khung vừa vặn nằm hẳn trong từ trường. Chỉ rõ chiều của dòng điện trong khung. Cho biết điện trở của khung là 3Ω. Vận tốc của khung 1.5m/s và cảm ứng từ của từ trường 0,005T.



Hình 2.8

Bài 2.9. Thanh kim loại OA dài 0,5 m quay trong mặt phẳng hình vẽ xung quanh điểm O. Trong khi quay, thanh OA cắt các đường sức từ của một từ trường đều. Vectơ cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng hình vẽ và có chiều như trên Hình 2.9. Hãy tính suất điện động cảm ứng trong thanh OA và hiệu điện thế U_{OA}. Cho biết thanh OA quay đều, thời gian quay một vòng hết 0,5 s; B = 0,04 T.

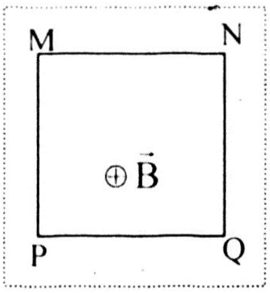


Hình 2.9

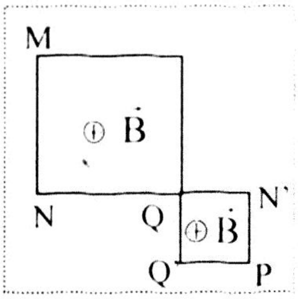
Bài 2.10. Một khung dây dẫn hình vuông cạnh a được đặt trong từ trường đều B, đường sức từ vuông góc với mặt phẳng khung dây. Cầm hai cạnh đối diện hình vuông kéo về hai phía khác nhau để được một hình chữ nhật có cạnh này dài gấp hai lần cạnh kia. Tính điện lượng di chuyển trong khung. Cho điện trở của khung bằng R.

Áp dụng số: a = 6 cm, $B = 4.10^{-3}$ T, $R = 0,01\ \Omega$.

Bài 2.11. Một khung dây hình vuông MNPQ cạnh a đặt trong từ trường đều, đường sức vuông góc với mặt phẳng khung dây (Hình 2.11A). Giữ đỉnh M cố định, sau đó kéo và xoắn các cạnh của khung sao cho ta được hai hình vuông mà diện tích hình này lớn gấp bốn lần hình kia như trên Hình 2.11B Tính điện lượng di chuyển trong khung. Cho điện trở của khung bằng R. Chỗ bắt chéo của hai dây không nối với nhau.



Hình 2.11A



Hình 2.11B

Áp dụng bằng số: a = 6 cm, $B = 4.10^{-3}$ T, $R = 0,01\ \Omega$.

Bài 2.12. Một khung dây hình vuông MNPQ cạnh 5cm, nằm trong mặt phẳng thẳng đứng đặt trong vùng có từ trường đều nằm ngang B = 0,02T. Vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ hợp với pháp tuyến của khung dây một góc 60°.

a) Tính từ thông qua khung dây.

b) Giảm cường độ cảm ứng từ B từ 0,02T đến 0 theo quy luật B = 0,02 − 0,002t (t là thời gian tính từ lúc bắt đầu giảm cường độ B, tính bằng s).

- Tính sđđ cảm ứng phát sinh trong khung dây.
- Tính điện lượng qua khung dây, cho biết điện trở của khung dây bằng 2Ω.

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 2.4. Giải: Diện tích vòng dây: $S = \pi R^2 = 3,14.\ 0,1^2 = 0,0314\ m^2$

a) Suất điện động cảm ứng phát sinh trong cuộn dây khi cảm ứng từ tăng gấp đôi:

$$\mathscr{E}_c = n\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$$

với $|\Delta\Phi| = S.\ |\Delta B|$

$= 0,0314.\ |0,4 - 0,2| = 0,00628Wb$

$\Delta t = 0,1s$ và $n = 100$

Vậy: $\mathscr{E}_c = 6,28V$

b) Suất điện động cảm ứng phát sinh trong cuộn dây khi cảm ứng từ giảm đều đến 0:

$$\mathscr{E}_c = n\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$$

với $|\Delta\Phi| = S.\ |\Delta B|$

$= 0,0314.\ |0 - 0,2| = 0,00628Wb$

$\Delta t = 0,1s,\ n = 100$

Vậy: $\mathscr{E}_c = 6,28V$

Bài 2.5. Giải: Góc hợp bởi vectơ pháp tuyến $\vec{n}$ với S và $\vec{B}$ có thể là 60° hay 120°.

Vì vậy $\Phi = BS\cos 0 = \pm\ 3.10^{-5}$ Wb nhưng vì chiều của $\vec{n}$ được chọn tùy ý nên theo quy ước ta chỉ cần để ý trường hợp $\alpha = 60^o$, do đó $\varphi = 3.10^{-5}$ Wb.

Bài 2.6. Giải: Ta có: $\mathscr{E}_c = n\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$ với n = 100

$\Delta\Phi = |\Phi_2 - \Phi_1|$

$\Phi_1 = BS\cos\alpha = 0,2.\ 3,14.0,1^2.\ 1 = 0,00628Wb$

$\Phi_2 = BS\cos\alpha = 0$ (vì $\alpha = 90^0$)

$\Delta t = 0,5s$

Vậy $\mathscr{E}_c = 100.\dfrac{0,00628}{0,5} = 1,25V$

Bài 2.7. Giải:

a) 0.

b) $\Delta\Phi = 20.2Bs\cos60^0 = 12.10^{-5}$ Wb.

c) 0.

Bài 2.8. Giải: Suất điện động cảm ứng phát sinh trong khung trong khoảng thời gian từ khi cạnh CB của khung bắt đầu đi vào vùng có từ trường đến khi cả khung ABCD vừa vặn nằm trong vùng từ trường là:

$$\mathscr{E}_c = n.\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

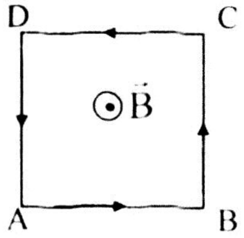
với $|\Delta\Phi| = B.|\Delta S|$ (S thay đổi, $\vec{B}$ không đổi)

$|\Delta\Phi| = B.|S - 0| = B.S = 0,005.0,1^2 = 5.10^{-5}Wb$

$\Delta t = \dfrac{DC}{v} = \dfrac{0,1}{1,5} = \dfrac{1}{15}s$

$n = 500$

Vậy: $\mathscr{E} = 0,375V$



Hình 2.8G

Cường độ dòng điện qua khung trong thời gian trên là:

$$I = \frac{\mathscr{E}_c}{R} = \frac{0,375}{3} = 0,125A$$

Vậy: $I = 0,125A$

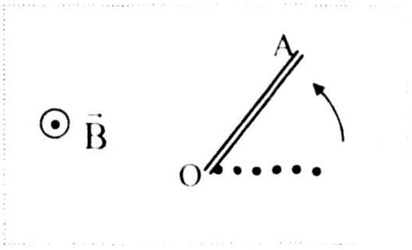
- Trong khoảng thời gian trên từ thông qua diện tích khung dây tăng nên dòng điện cảm ứng phát sinh trong khung có chiều sao cho vectơ cảm ứng từ $\vec{B}'$ do nó gây ra ngược chiều với $\vec{B}$.

Vậy: Chiều dòng điện trong khung ngược chiều quay kim đồng hồ.

Bài 2.9. Giải: Từ thông mà thanh OA đã quét khi nó quay được một vòng $\Phi = \pi r^2B$. Suất điện động cảm ứng $|\mathscr{E}| = \dfrac{\Phi}{t} = 0,063$ V $\Rightarrow U_{OA} = -0,063$ V.

Bài 2.10. Giải: Độ biến thiên của từ thông $\Delta\Phi = B\Delta S$ với $\Delta S = a^2 - \dfrac{2}{3}a.\dfrac{4}{3}a = \dfrac{a^2}{9} \Rightarrow \Delta\Phi = \dfrac{a^2B}{9}$

Hình 2.9



Điện lượng qua mạch $q = I\Delta t = \frac{\mathscr{E}}{P}\Delta t = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\frac{\Delta t}{R} = \frac{\Delta\Phi}{R}$

$\Rightarrow q = \frac{a^2B}{9R} = 16.10^{-5}$ C.

Bài 2.11. Giải: Từ thông ban đầu qua khung $\Phi_1 = a^2B$.

Từ thông sau khi xoắn khung $\Phi_2 = \left(\frac{2}{3}a\right)^2 B - \left(\frac{1}{3}a\right)^2 B = \frac{1}{3}a^2B$.

Điện lượng di chuyển $q = I\Delta t = \frac{\mathscr{E}}{P}\Delta t = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\frac{\Delta t}{R} = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{2a^2B}{3R} = 96.10^{-5}C$.

Bài 2.12. Giải: a) Từ thông qua khung dây:

$\Phi = BS\cos\alpha = 0{,}02.\ 0{,}05^2.\frac{1}{2} = 25.\ 10^{-6}Wb$

b) Khi $B = 0 \Rightarrow 0{,}02 - 0{,}002t = 0 \Rightarrow t = 0{,}1s$ ($\Delta t = t = 0{,}1s$)

Độ biến thiên từ thông qua diện tích khung dây khi B giảm từ 0,02 T xuống 0 là:

$\Delta\Phi = |\Phi_2 - \Phi_1| = |B_2S\cos\alpha - B_1S\cos\alpha| = |0 - B_1S\cos\alpha|$

$\Delta\Phi = B_1S\cos\alpha = 25.\ 10^{-6}Wb$

Suất điện động cảm ứng phát sinh trong khung dây:

$\mathscr{E}_c = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \frac{25\ .\ 10^{-6}}{10^{-1}} = 25.\ 10^{-5}V$

Điện lượng qua khung:

$q = I\Delta t = \frac{\mathscr{E}_c}{R}.\Delta t = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t\ .\ R}.\Delta t = \frac{\Delta\Phi}{R}$

$q = \frac{25\ .\ 10^{-6}}{2} = 12{,}5.\ 10^{-6}C$

III. SUẤT ĐIỆN ĐỘNG CẢM ỨNG TRONG ĐOẠN DÂY CHUYỂN ĐỘNG

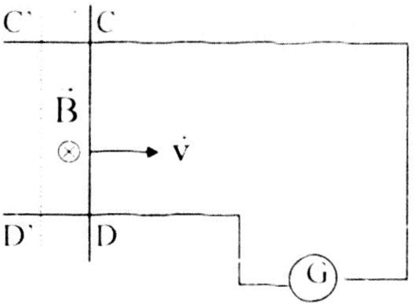
1. BÀI TẬP MẪU

Bài 3.1. Một thanh dẫn điện dài 25cm chuyển động trong từ trường đều, cảm ứng từ $B = 8.\ 10^{-3}T$. Vectơ vận tốc $\vec{v}$ vuông góc với thanh và cũng vuông góc với cả vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$. Hãy tính suất điện động cảm ứng trong thanh, cho $v = 3m/s$.

Giải: Suất điện động cảm ứng phát sinh trong thanh dẫn là:

$\mathscr{E}_c = Blv = 8.\ 10^{-3}.\ 25.\ 10^{-2}.\ 3 = 6.\ 10^{-3}V$

Vậy $\mathscr{E}_c = 6.10^{-3}$V.



Hình 3.2

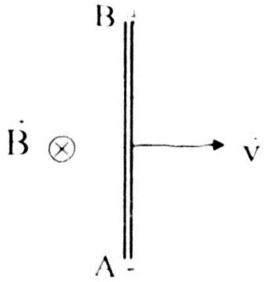
Bài 3.2. Một thanh dẫn điện dài 50cm chuyển động trong từ trường đều, cảm ứng từ B = 0,4T. Vectơ vận tốc $\vec{v}$ vuông góc với thanh vectơ $\vec{B}$. Hãy tính suất điện động cảm ứng trong thanh và hiệu điện thế ở 2 đầu thanh. Đồng thời chỉ rõ chiều tăng của điện thế. Cho biết v = 2m/s.

Giải: Suất điện động cảm ứng phát sinh trong thanh dẫn:

$$\mathscr{E}_c = Blv.\,\sin\alpha = 0{,}4.\,0{,}5.\,2\frac{1}{2} = 0{,}2V$$

Hiệu điện thế ở hai đầu thanh:

$$U = \mathscr{E}_c = 0{,}2V$$



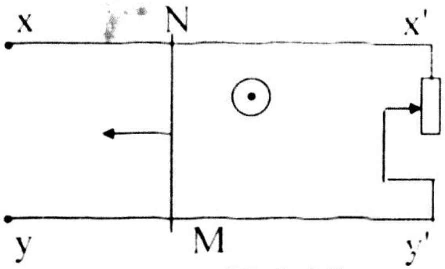
Hình 3.2G

Nếu ta chọn chiều của $\vec{B}$ và $\vec{v}$ như hình vẽ thì thanh AB coi như 1 nguồn điện cực + là B và cực − là A. Vậy điện thế trên thanh tăng theo chiều từ A đến B.

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 3.3. Trong thí nghiệm có sơ đồ sau đây: cho B = 0,3T, CD = 20cm, v = 1m/s, điện kế có điện trở r = 2Ω. Hãy tính cường độ dòng điện qua điện kế G và chỉ rõ chiều dòng điện.

Bài 3.4. Một máy bay phản lực bay ngang với vận tốc 1800 Km/h. Khoảng cách giữa 2 đầu mút 2 cánh máy bay bằng 50m. Thành phần thẳng đứng của từ trường trái đất bằng 25.10^{-6}.T. Tính sđđ cảm ứng tạo nên trên 2 cánh máy bay.



Hình 3.5

Bài 3.5. Cho thanh dẫn điện MN đặt trên hai thanh ray x'x, y'y như trên Hình 3.5. Hai thanh ray được đặt trong từ trường đều. Lúc đầu thanh MN đứng yên. Tác dụng lên thanh MN lực F hướng về bên trái làm cho MN chuyển động. Ma sát giữa MN và hai thanh ray rất nhỏ?

Hỏi nếu khi thanh ray đủ dài và vẫn nằm trong từ trường đều thì cuối cùng thanh MN đạt đến trạng thái chuyển động như thế nào, chuyển động với gia tốc không đổi hay chuyển động đều? Giải thích.

Bài 3.6. Cho thanh dẫn điện MN chuyển động tịnh tiến trên hai thanh ray dẫn điện x'x, y'y đặt nằm ngang. Hai thanh ray và thanh dẫn điện MN nằm trong mặt phẳng hình vẽ. Hai đầu x, y của hai thanh ray được nối với một biến trở (Hình 3.5). Điện trở của hai thanh ray và thanh dẫn điện MN rất nhỏ. Hai thanh ray được đặt trong từ trường đều, vectơ cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng hình vẽ và có chiều hướng ra phía sau mặt phẳng hình vẽ.

a) Tác dụng lên thanh dẫn điện MN lực $\vec{F}$ như trên Hình 3.5 làm cho MN chuyển động sang bên trái. Hỏi chiều dòng điện qua thanh MN?

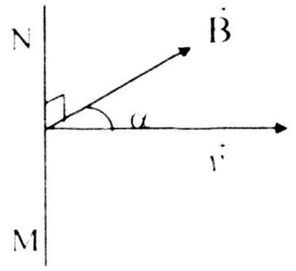
b) Dưới tác dụng của lực $\vec{F}$ thanh MN chuyển động thẳng đều. Hỏi nếu tăng điện trở của mạch lên hai lần mà vẫn muốn thanh MN chuyển động thẳng đều như trước thì lực tác dụng lên thanh MN thay đổi như thế nào?

Bài 3.7. Cho biết thanh dẫn điện MN trên Hình 3.5 dài $l = 15$ cm chuyển động với vận tốc $v = 3$ m/s. Cảm ứng từ $B = 0,5$ T; $R = 0,5\ \Omega$. Hỏi cường độ dòng điện cảm ứng qua điện trở R?

Bài 3.8. Cho thanh dẫn điện MN dài 80 cm chuyển động tịnh tiến đều trong từ trường đều. Vectơ vận tốc $\vec{v}$ của thanh vuông góc với thanh. Vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với thanh và hợp thành với $\vec{v}$ góc $\alpha = 30^0$. Cho biết $B = 0,06$ T và $v = 50$ cm/s.

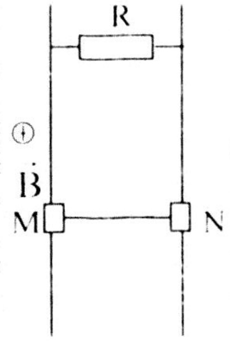
a) Tính suất điện động cảm ứng trong thanh.

b) Giả sử thanh MN và vectơ $\vec{v}$ đều nằm trong mặt phẳng trang giấy. Vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ hướng từ phía sau ra phía trước mặt phẳng trang giấy như trên Hình 3.8. Nếu nối hai đầu M và N của thanh với một điện trở thì dòng điện cảm ứng trong thanh có chiều như thế nào?



Hình 3.8

Bài 3.9. Cho hai thanh ray dẫn điện đặt thẳng đứng, hai đầu của hai thanh ray nối với điện trở $R = 0,5\ \Omega$. Hai thanh ray được đặt trong từ trường đều, đường sức từ vuông góc với mặt phẳng chứa hai thanh ray và có chiều như trên Hình 3.9 (giả thiết rằng mặt phẳng hình vẽ là mặt phẳng thẳng đứng). Thanh kim loại MN khối lượng $m = 10$ g có thể trượt theo hai thanh ray. Hai thanh ray cách nhau 25 cm. Điện trở của thanh kim loại MN và hai thanh ray là rất nhỏ. Cho biết cảm ứng từ $B = 1$ T. Sau khi buông tay cho thanh kim loại MN trượt trên hai thanh ray được ít lâu thì MN chuyển động đều với vận tốc v. Tính v, lấy $g = 10\ m/s^2$.

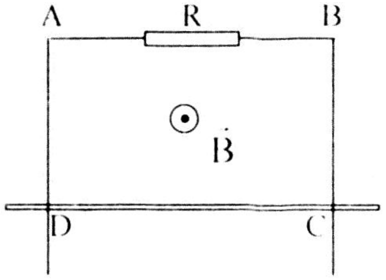


Hình 3.9

Bài 3.10. Một mạch ABCD đặt thẳng đứng (xem hình 3.11). Trong mạch có một đoạn linh động $CD = l$, khối lượng m. Cho biết mạch đặt trong từ trường đều có vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với mặt giới hạn bởi mạch, còn R là một điện trở mắc trong mạch.

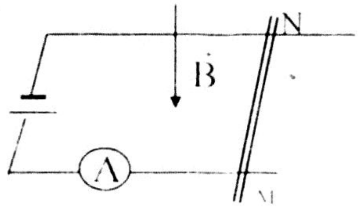
a) Hỏi đoạn dây CD chuyển động như thế nào? Tính vận tốc chuyển động của nó?

b) Thay điện trở R bằng tụ C. Chứng minh thanh CD chuyển động nhanh dần đều.



Hình 3.11

Bài 3.11. Hai thanh ray của một đường xe lửa cách nhau một khoảng *l* = 1,2m. Một đoàn tàu chạy về phía nhà ga với vận tốc v. Ở nhà ga người ta nối hai đường ray với một ampe kế thì thấy nó chỉ 1mA. Biết điện trở của ampe kế là R = 0,1Ω. Thành phần thẳng đứng của từ trường trái đất là $B = 5.10^{-6}$T. Tính vận tốc v của đoàn tàu.



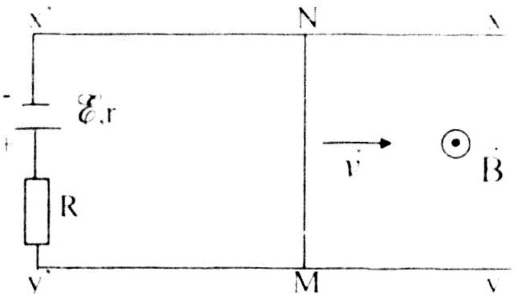
Hình 3.13

Bài 3.12. Cho mạch điện có sơ đồ như sau: nguồn điện có sđđ E = 1,5V, điện trở trong r = 0,1Ω. Thanh dẫn MN = 1m và có điện trở 2,9Ω. Từ trường đều $\vec{B}$ hướng thẳng đứng xuống dưới B = 0,1T.

a/ Tính số chỉ của ampe kế khi MN trượt về phía phải với vận tốc v = 3m/s.

b/ Muốn ampe kế chỉ số 0 phải cho MN trượt về phía nào và với vận tốc bằng bao nhiêu. Cho biết điện trở của ampe kế và dây nối không đáng kể.

Bài 3.13. Thanh dẫn điện MN dài 60 cm, chuyển động trên hai thanh ray x'x, y'y đặt nằm ngang. Hai thanh ray đặt trong từ trường đều có phương thẳng đứng có chiều hướng từ dưới lên, B = 1,6 T. Thanh chuyển động đều về bên phải với vận tốc v = 0,5 m/s. Hai đầu x', y' của hai thanh ray nối với một nguồn điện và một điện trở R = 0,2 Ω như trên Hình 7.18 (giả thiết mặt phẳng hình vẽ là mặt phẳng nằm ngang). Nguồn điện có suất điện động $\mathscr{E}$ = 0,96 V, điện trở trong r = 0,1 Ω.

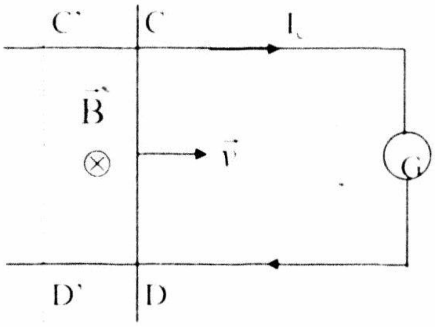


Hình 3.13

a) Tính cường độ dòng điện qua thanh MN.

b) Xác định vectơ lực ngoài $\vec{F}$ tác dụng lên thanh MN để thanh chuyển động đều với vận tốc đã cho. Cho biết điện trở của hai thanh ray và thanh MN rất nhỏ.

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG



Hình 3.3G

Bài 3.3. Giải: Suất điện động cảm ứng phát sinh trong mạch (cũng là sđđ cảm ứng phát sinh trên thanh dẫn CD):

$$\mathscr{E}_c = Blv = 0,3 . 0,2 . 1 = 0,06V$$

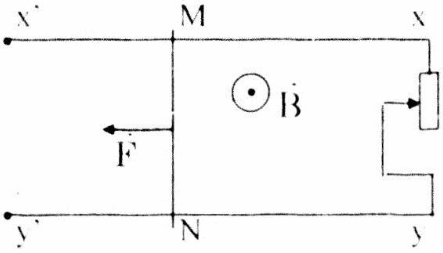
Cường độ dòng điện qua điện kế:

$$I_c = \frac{\mathscr{E}_c}{R} = \frac{0,06}{2} = 0,03A$$

Chiều dòng điện qua mạch là chiều quay kim đồng hồ.

Bài 3.4. Giải: Suất điện động cảm ứng phát sinh trên 2 cánh máy bay trong trường hợp này cũng tương tự như sđđ cảm ứng phát sinh trong thanh dẫn có chiều dài bằng khoảng cách 2 đầu mút 2 cánh bay, chuyển động nằm ngang với vận tốc bằng vận tốc máy bay, trong từ trường đều vuông góc với thanh dẫn và vuông góc với vectơ vận tốc, từ trường đều ở đây là thành phần thẳng đứng của từ trường trái đất.

Ta có: $\mathscr{E}_c = Blv = 25 . 10^{-6} . 50 . 500 = 0,625V$



Hình 3.5

Bài 3.5. Giải: Lúc đầu dưới tác dụng của lực $\vec{F}$ thanh MB chuyển động có gia tốc. Vận tốc càng tăng thì lực từ tác dụng lên MN cũng càng tăng. Chiều của lực từ ngược với chiều của lực ngoài $\vec{F}$ tác dụng lên MN. Vì hai thanh ray đủ dài nên cuối cùng lực từ cân bằng với lực ngoài. Từ lúc đó thanh MN chuyển động đều.

Bài 3.6. Giải: a) Chiều dòng điện qua thanh MN: M → N.

) Cường độ dòng điện cảm ứng giảm đi hai lần, do đó lực tác dụng lên MN giảm đi hai lần.

Bài 3.7. Giải: $I = 0,45$ A.

Bài 3.8. Giải: a) $\mathscr{E} = Blv\sin\alpha = 0,012$ V.

b) Chiều dòng điện cảm ứng trong thanh: N → M.

Bài 3.9. Giải: $\mathscr{E} = Blv; I = \frac{Blv}{R}; \frac{B^2l^2v}{R} = mg$

$$\Rightarrow v = \frac{mgR}{B^2l^2} = 0,8 \text{ m/s}.$$

Bài 3.10. Giải: a) Dưới tác dụng của trọng lực $\vec{P} = m\vec{g}$ thanh CD chuyển động xuống dưới với vận tốc $\vec{v}$ ($\vec{v}$ thay đổi theo thời gian). CD chuyển động trong từ trường có vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ nên phát sinh sđđ cảm ứng $\mathscr{E}_c$: $\mathscr{E}_c = B.l.v$

Theo quy tắc bàn tay phải thì chiều dòng điện cảm ứng chạy từ C đến D và cường độ dòng điện là:

$$I_c = \frac{\mathscr{E}_c}{R} = \frac{Blv}{R}$$

Khi có dòng điện qua CD thì CD sẽ chịu tác dụng của lực điện từ $\vec{F}$ được xác định theo quy tắc bàn tay trái, lực $\vec{F}$ hướng thẳng đứng lên trên và có cường độ:

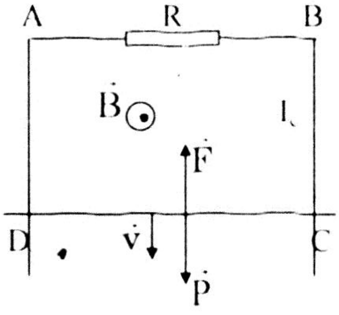
$$F = BIl = \frac{B^2l^2v}{R}$$

Vậy thanh D chịu tác dụng của 2 lực:

- Trọng lực: $\vec{P} = m\vec{g}$
- Lực điện từ $\vec{F}$ hướng lên trên và có cường độ:

$$F = \frac{B^2l^2v}{R}$$

$$\vec{f} = \vec{P} + \vec{F} \qquad (1)$$



Hình 3.10G

Thanh CD sẽ đạt vận tốc cực đại khi $\vec{f} = 0$ và kể từ đó thanh sẽ chuyển động thẳng đều.

Chọn chiều + hướng xuống dưới, ta thay biểu thức vectơ (1) thành biểu thức đại số: $f = P - F$

Khi $f = 0$ thì $P = F$ $\Rightarrow$ $mg = \frac{B^2l^2v}{R}$

Suy ra $v = \frac{R\,.\,mg}{R^2l^2}$

Vậy thanh CD sẽ đạt vận tốc cực đại: $v = \frac{R\,.\,mg}{R^2l^2}$.

b) Dưới tác dụng của trọng lực thanh CD chuyển động xuống dưới với vận tốc v và làm phát sinh một sđđ cảm ứng trong thanh CD:

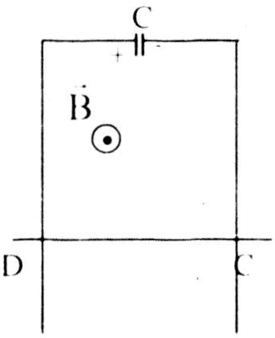
$$\mathscr{E}_c = Blv$$

Hiệu điện thế giữa 2 bản của tụ điện bằng sđđ $\mathscr{E}_c$. Do đó điện tích của tụ điện là:

$$q = CU = C.\,\mathscr{E}_c = CBlv$$

Tụ điện được tích điện, bản nối với D mang điện tích + và bản nối với C mang điện tích −.

Dòng tích điện cho tụ điện là dòng cảm ứng qua CD có chiều từ C đến D. Cường độ dòng điện là:



Hình 3.10GB

$$I = \frac{dq}{dt} \text{ (đạo hàm của q theo t)}$$

$$I = CBl\frac{dv}{dt} \text{ (vì chỉ có v thay đổi theo t)}$$

$$I = CBla \text{ (}a = \frac{dv}{dt} \text{ gia tốc của chuyển động)}$$

Lực điện từ tác dụng lên thanh CD:

$$F = BIl = CB^2l^2a$$

Lực tổng hợp tác dụng lên thanh CD:

$$\vec{f} = \vec{P} + \vec{F} = m\vec{a} \qquad (2)$$

Chọn chiều + hướng xuống dưới. Ta thay biểu thức vectơ (2) thành biểu thức đại số:

$$P - F = ma \qquad \text{hay} \qquad md - CB^2l^2a = ma$$

Suy ra $a = \dfrac{mg}{m + CR^2l^2}$

Các đại lượng m, g, C, B, l không đổi nên gia tốc a là hằng số. Do đó CD chuyển động thẳng nhanh dần đều.

Bài 3.11. Giải: Sức điện động cảm ứng phát sinh trên đoàn tàu (xem như đoàn tàu như một thanh dẫn trượt trên 2 đường ray) $\mathscr{E}_c = Blv$.

($\vec{B}$ thành phần thẳng đứng của từ trường trái đất xem như vuông góc với $\vec{v}$ và thanh dẫn (đoàn tàu)).

Cường độ dòng điện qua Ampe kế:

$$I = \frac{\mathscr{E}_c}{R} \quad \Rightarrow \quad 10^{-3} = \frac{5 \,.\, 10^{-6} \,.\, 1,2 \,.\, v}{0,1}$$

Suy ra: $v = 16,7 m/s$.

Bài 3.12. Giải: a) Khi MN trượt về phía phải theo quy tắc bàn tay phải thì dòng điện cảm ứng phát sinh trong mạch có chiều hướng từ M đến N. Dòng điện này cùng chiều với dòng điện do nguồn E tạo ra nên ta có thể xem như trong mạch gồm 2 nguồn mắc nối tiếp có sđđ E và $\mathscr{E}_c$. Do đó cường độ dòng điện qua Ampe kế là: $I = \dfrac{E + \mathscr{E}_c}{R_{MN} + r}$

Với $E = 1,5V$

$\mathscr{E}_c = Blv = 0,1 .\ 1,3 = 0,3V$

$R_{MN} = 2,9\Omega$

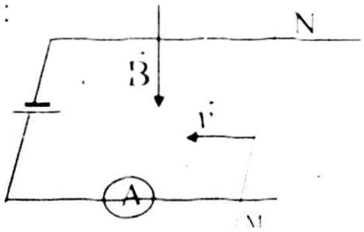
$r = 0{,}1\Omega$

Vậy $I = 0{,}6A$.

b) Muốn ampe kế chỉ số 0 thì nguồn E và $\mathscr{E}_c$ phải xung đối nhau, nghĩa là độ lớn của $\mathscr{E}_c = E$ và dòng điện cảm ứng qua mạch có chiều từ N đến M. Vậy thanh MN sẽ trượt về phía trái với vận tốc v sau đây:

$$\mathscr{E}_c = Blv = E$$

Suy ra: $v = \dfrac{E}{Bl} = 15m/s.$

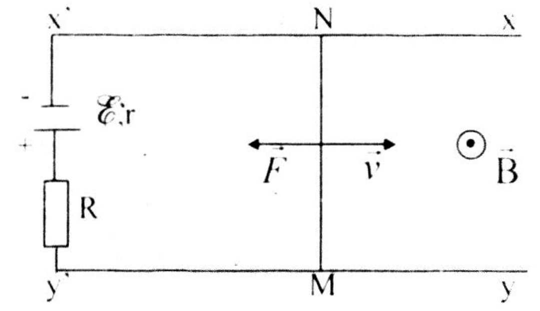


Hình 3.13GB

Bài 3.13. Giải: a) $I = \dfrac{\mathscr{E} - \mathscr{E}_{cu}}{R + r}$, $\mathscr{E}_{cu} = Blv$ suy ra $I = 1{,}6$ A.

b) Chiều của lực $\vec{F}$ được vẽ trên Hình 3.15G.

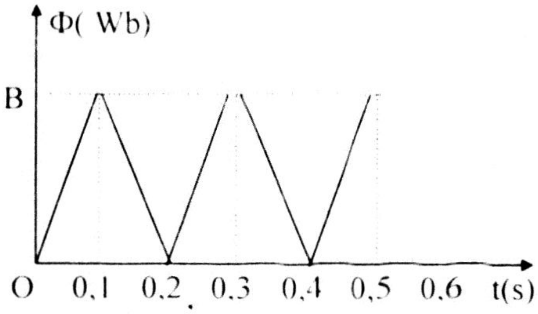
$$F = IBl = 1{,}536\ N \approx 1{,}54\ N.$$



Hình 3.15G

IV. BÀI TẬP ĐỒ THỊ

1. BÀI TẬP MẪU



Hình 4.1

Bài 4.1. Đồ thị Hình 4.1 biểu diễn sự biến thiên của từ thông Φ đi qua một mạch kín theo thời gian t. Dựa vào đồ thị này hãy vẽ đồ thị biểu diễn sự biến thiên của sđđ cảm ứng phát sinh trong mạch theo thời gian.

Giải: Dựa vào đồ thị ta thấy: lúc $t_o = 0$ $\Phi_o = 0$

$t_1 = 0{,}1s$ $\Phi_1 = 3Wb$

Suy ra trong khoảng thời gian $\Delta t_1 = t_1 - t_o = 0{,}1s$, độ biến thiên của từ thông qua mạch:

$$\Delta\Phi_1 = \Phi_1 - \Phi_o = 3Wb$$

Vậy sđđ cảm ứng trong mạch là:

$$\mathscr{E}_c = -\frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t_1} = -30V$$

Suy ra trong khoảng thời gian:

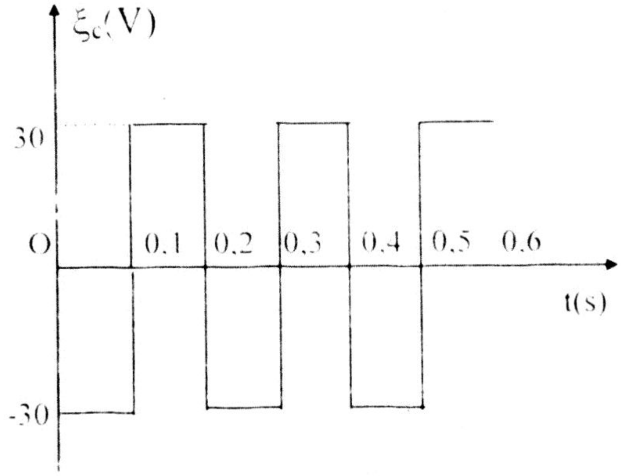
$$\Delta t_2 = t_2 - t_1 = 0{,}1s$$

Độ biến thiên của từ thông qua mạch:

$$\Delta\Phi_2 = \Phi_2 - \Phi_1 = -3Wb$$

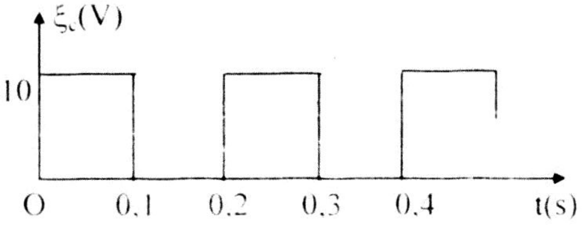
Vậy sđđ cảm ứng trong mạch có giá trị là:

$$\mathscr{E}_{c2} = -\frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t_2} = 30V$$



Hình 4.1G

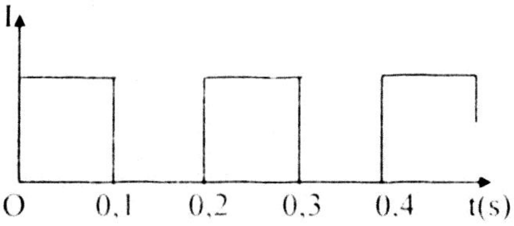
Ta thấy trong các khoảng thời gian kế tiếp bằng 0,2s sau đó độ biến thiên của từ thông lặp lại như cũ nên sđđ cảm ứng trong mạch cũng lặp lại như cũ. Đồ thị biểu diễn sự biến thiên của sđđ cảm ứng trong mạch theo thời gian như hình bên:



Hình 4.1GB

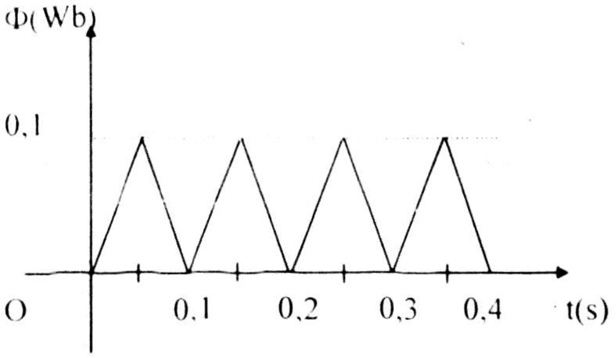
2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 4.2. Đồ thị Hình 4.2 biểu diễn sự biến thiên của cường độ dòng điện cảm ứng trong một mạch điện theo thời gian. Hãy vẽ đồ thị biểu diễn sự biến thiên của từ thông Φ qua mạch điện theo thời gian. Cho biết điện trở của mạch là R = 2Ω.

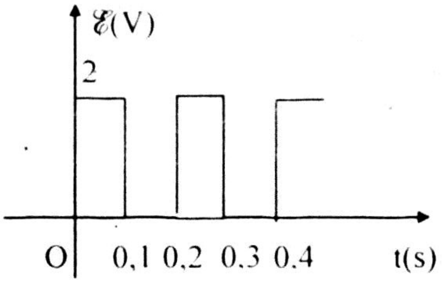


Hình 4.2

Bài 4.3. Từ thông Φ qua một khung dây biến đổi theo thời gian được diễn tả bằng đồ thị trên Hình 4.3. Khung dây có điện trở 0,5 Ω. Hãy vẽ đồ thị biểu diễn sự biến đổi của dòng điện cảm ứng trong khung theo thời gian.



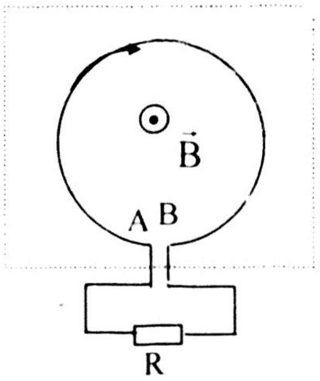
Hình 4.3



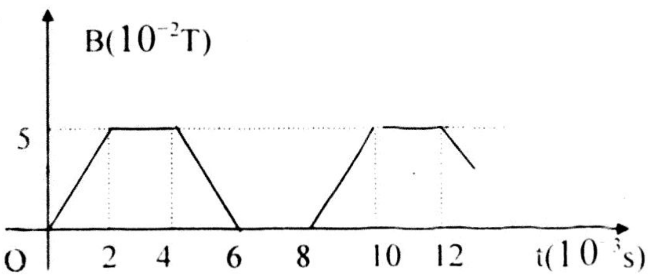
Hình 4.3G

Bài 4.4. Suất điện động cảm ứng trong mạch điện biến đổi theo thời gian được diễn tả bằng đồ thị trên hình 4.4. Hãy vẽ đồ thị biểu diễn sự biến đổi của từ thông Φ qua mạch điện đó theo thời gian. Cho biết $\Phi_{min} = 0$.

Bài.4.5. Một khung dây phẳng diện tích 100 cm^2 đặt trong từ trường đều. Vectơ cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng khung dây (Hình 4.5). Hai đầu A, B của khung dây nối với điện trở R. Cảm ứng từ biến đổi theo thời gian được diễn tả bằng đồ thị trên Hình 4.5B. Hãy vẽ đồ thị biểu diễn sự biến đổi của U_{AB} theo thời gian (U_{AB} là hiệu điện thế ở hai đầu điện trở R).

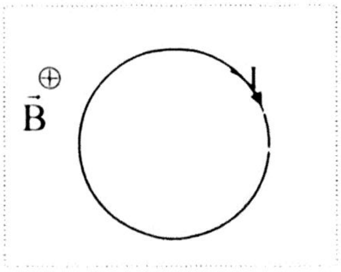


Hình 4.5

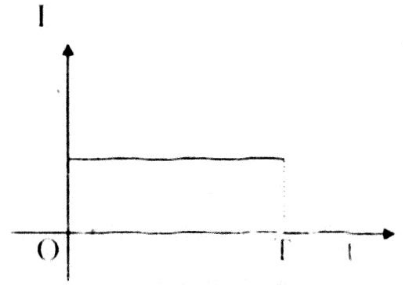


Hình 4.5B

Bài 4.6. Một khung dây dẫn được đặt trong từ trường đều B. Đường sức từ vuông góc với mặt phẳng khung dây (Hình 4.6A). Trong khung dây có dòng điện cảm ứng I. Hình 4.6B cho biết trong thời gian 0 – T, chiều và cường độ của dòng điện cảm ứng không đổi theo thời gian.

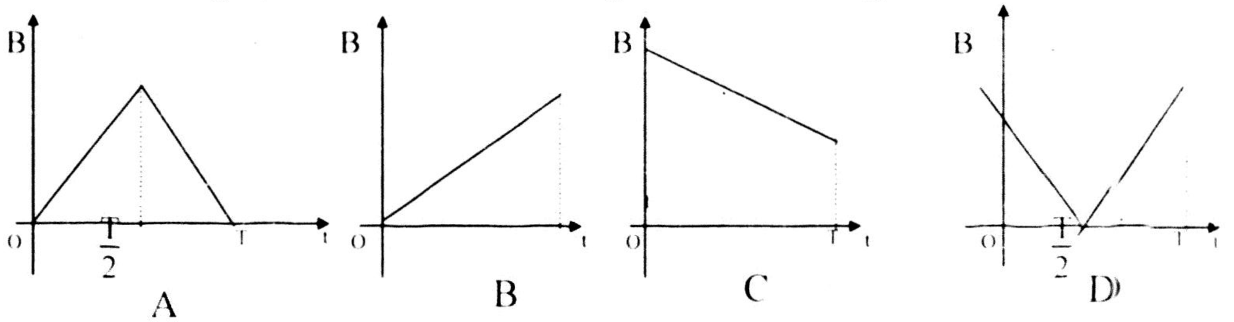


Hình 4.6A



Hình 4.6B

Xét bốn đồ thị được cho trên Hình 4.6C dưới đây, đồ thị nào có thể coi là diễn tả đúng sự biến đổi của cảm ứng từ B theo thời gian?



Hình 4.6C

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 4.2. Giải: Từ đồ thị của cường độ dòng điện I_c ta suy ra đồ thị của sdđ cảm ứng như sau với:

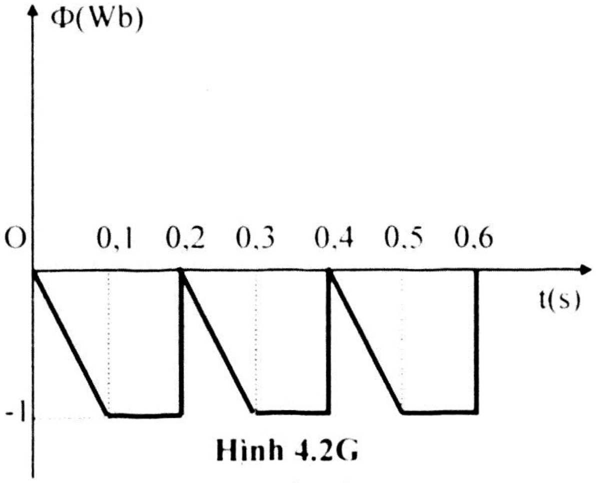
$$\mathscr{E}_c = I_o.R = 5.2 = 10V$$

Ta thấy trong khoảng thời gian $\Delta t_1 = t_1 - t_o = 0,1s$ sđđ cảm ứng $\mathscr{E}_{cc}$ có trị số không đổi: $\mathscr{E}_{cc} = 10V$.

Vậy độ biến thiên của từ thông qua mạch là: $\Delta\Phi_1 = -\mathscr{E}_c\Delta t_1 = -1Wb$

Nếu chọn $\Phi_o = 0$ thì $\Phi_1 = \Delta\Phi_1 - 1Wb$

Trong khoảng thời gian $\Delta t_2 = t_2 - t_1 = 0,2 - 0,1 = 0,1s$ liền sau đó ta thấy $\mathscr{E}_c = 0$ nên từ thông qua mạch có giá trị không đổi bằng -1Wb.

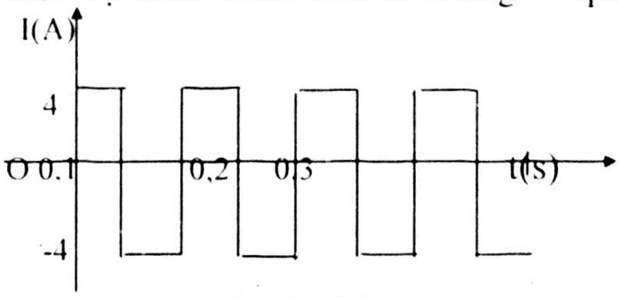


Hình 4.2G

Dựa vào đồ thị ta thấy trong các khoảng thời gian 0,2s kế tiếp sau đó, sdđ $\mathscr{E}_c$ lại lặp lại những biến thiên như cũ nên từ thông qua mạch cũng lặp lại như cũ. Hình 4.2G là đồ thị biểu diễn sự biến thiên của từ thong Φ qua mạch điện theo thời gian.

Bài 4.3. Giải: $\mathscr{E} = \dfrac{0,1}{0,05} = 2\ V.$

$\Rightarrow I = \dfrac{\mathscr{E}}{P} = 4\ A.$

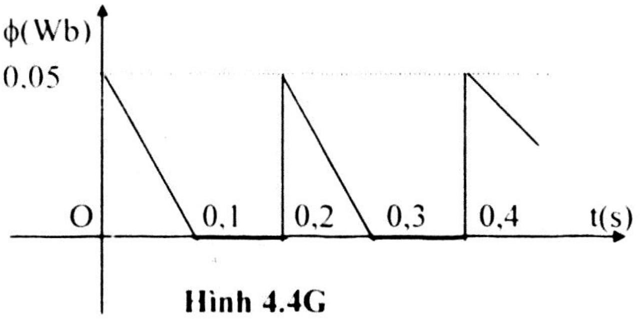


Hình 4.3GB

Cứ sau 0,05s, dòng điện lại đổi chiều như Hình 4.3GB

Bài 4.4.

Giải: Đồ thị biểu diễn sự biến đổi của từ thông Φ qua mạch theo thời gian được biểu diễn trên Hình 4.4G.



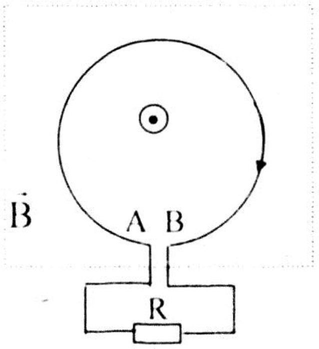
Hình 4.4G

Bài 4.5. Giải: Từ $t = 0$ đến $t = 2.10^{-3}$s cảm ứng từ B tăng, từ thông Φ qua khung tăng. Do đó dòng điện cảm ứng có chiều như trên Hình 4.5G. Vì vậy $U_{AB} < 0$.

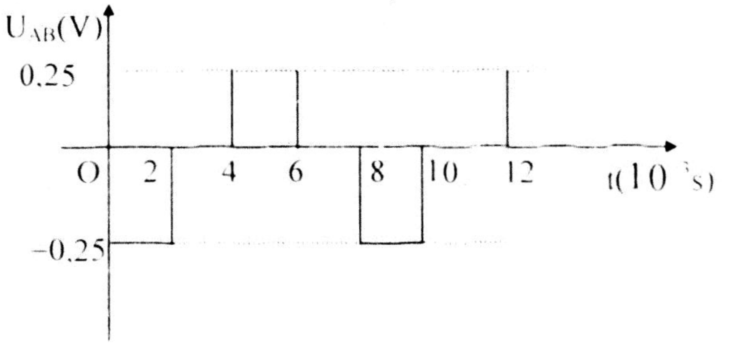
$$U_{BA} = \frac{5.10^{-2}(100.10^{-4})}{2.10^{-3}} = 0,25\ \text{V}.$$

Trong khoảng thời gian từ 4.10^{-3}s đến 6.10^{-3}s, B giảm. Do đó dòng điện cảm ứng có chiều ngược với chiều dòng điện trên Hình 4.5G. Vì vậy $U_{AB} > 0$.

Sự biến đổi của U_{AB} theo thời gian được biểu diễn trên Hình 4.5GB.



Hình 4.5G



Hình 4.5GB

Bài 4.6. Giải: Hình C

V. ĐỘ TỰ CẢM – NĂNG LƯỢNG TỪ TRƯỜNG

1. BÀI TẬP MẪU

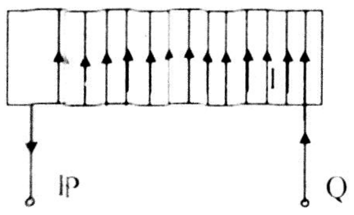
Bài 5.1. Dòng điện qua một ống dây không có lõi sắt biến đổi đều theo thời gian. Trong thời gian 0,01 s cường độ dòng điện tăng từ $I_1 = 1$ A đến $I_2 = 2$ A, suất điện động tự cảm trong ống dây bằng $\mathscr{E} = 20$ V. Hỏi hệ số tự cảm của ống dây và độ biến thiên năng lượng của từ trường trong ống dây.

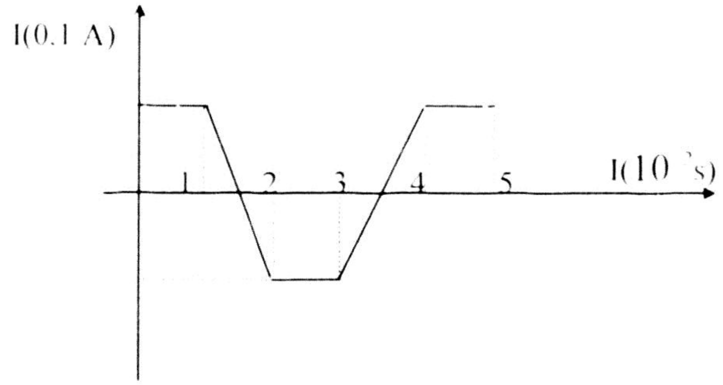
Giải: $|\mathscr{E}_{tc}| = L\dfrac{\Delta I}{\Delta t}$; $L = 0,2$ H.

$$\Delta W = \frac{1}{2}L\,(I_2^2 - I_1^2) = 0,3\ \text{J}.$$

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 5.2. Cho dòng điện chạy vào ống dây. Hình 5.2A biểu thị chiều dòng điện I trong ống dây ở thời điểm $t = 0$. Sau đó dòng điện I biến thiên theo thời gian như đồ thị trên Hình 5.2B. $I > 0$ ở đồ thị trên Hình 5.2B biểu diễn dòng điện có chiều ngược với chiều dòng điện trên Hình 5.2A.





Hình 5.2A **Hình 5.2B**

a) Hãy vẽ đồ thị biểu diễn sự biến đổi theo thời gian của suất điện động tự cảm $\mathscr{E}_{tc}$ trong ống dây.

b) $\mathscr{E}_{tc} > 0$ và $\mathscr{E}_{tc} < 0$ có nghĩa là gì?

Cho biết hệ số tự cảm của ống dây L = 0,015 H.

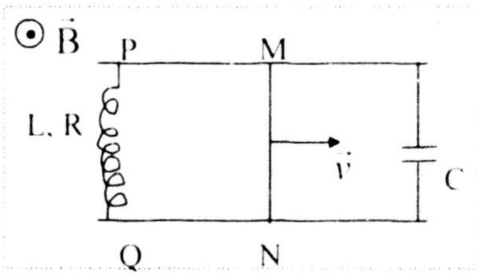
Bài 5.4. Một thanh kim loại dài 1 m trượt trên hai thanh ray đặt nằm ngang với vận tốc không đổi v = 2 m/s. Hai thanh ray đặt trong từ trường đều B có phương thẳng đứng, có chiều hướng từ dưới lên trên Hình 5.4 (giả thiết mặt phẳng hình vẽ là mặt phẳng nằm ngang). Hai thanh ray được nối với một ống dây và một tụ điện như trên Hình 5.4.

Ống dây có hệ số tự cảm L = 5 mH, có điện trở R = 0,5 Ω. Tụ điện có điện dung C = 2 μF. Cho B = 1,5 T. Hỏi:

a) Chiều của dòng điện cảm ứng qua ống dây?

b) Năng lượng từ trường trong ống dây?

c) Năng lượng điện trường trong tụ điện?



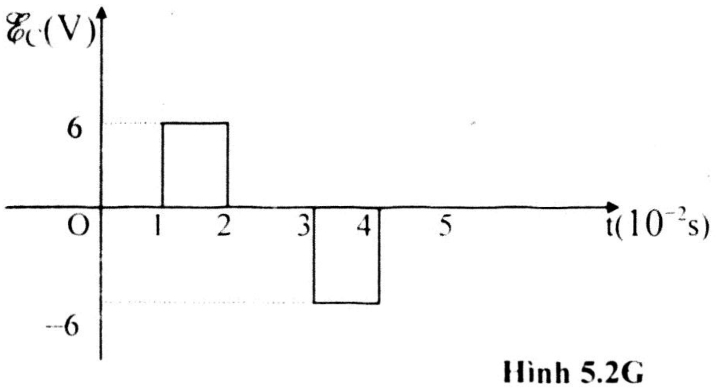
Hình 5.4

Bài 5.5. Một ống dây dài 50 cm có 2500 vòng dây. Đường kính của ống bằng 2 cm. Cho một dòng điện biến đổi đều theo thời gian chạy qua ống dây: sau thời gian 0,01 s dòng điện tăng từ 0 đến 1,5 A. Tính suất điện động tự cảm trong ống dây.

Bài 5.6. Một dòng điện trong ống dây phụ thuộc vào thời gian theo biểu thức I = 0,4 (5 – t). I tính bằng A, t tính bằng s. Ống dây có hệ số tự cảm L = 0,005 H. Tính suất điện động tự cảm trong ống dây.

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 5.2. Giải: a) Sự phụ thuộc của $\mathscr{E}_{tc}$ vào thời gian được biểu diễn trên Hình 5.2G.



Hình 5.2G

b) $\mathscr{E}_{tc} > 0$ nghĩa là nếu $\mathscr{E}_{tc}$ gây ra dòng điện I_{tc} ở mạch ngoài thì đầu P là cực dương, Q là cực âm. $\mathscr{E}_{tc} < 0$ thì Q là cực dương, P là cực âm.

Bài 5.3. Giải: Suất điện động tự cảm phát sinh trong mạch:

$$\mathscr{E}_c = L\left|\frac{\Delta I}{\Delta t}\right|$$

Với $L = 0{,}6H$

$|\Delta I| = |I_2 - I_1| = |0 - 0{,}2| = 0{,}2A$

$\Delta t = 0{,}2$ phút = 12 giây

Vậy $\mathscr{E}_c = 0{,}6.\dfrac{0{,}2}{12} = 0{,}01V$

Bài 5.4. Giải: a) Chiều dòng điện cảm ứng: Q → P.

b) $W_{từ} = \frac{1}{2}LI^2$; $I = 6\ A \Rightarrow W_{từ} = 0{,}09\ J$.

c) $W_{điện} = \frac{1}{2}CU^2$; $U = \mathscr{E} = 3\ V \Rightarrow W_{điện} = 9.10^{-6}\ J$.

Bài 5.5. Giải: $L = 4\pi.10^{-7}\ n^2V = 4{,}93.10^{-3}\ H$.

$$|\mathscr{E}| = L\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0{,}74\ V.$$

Bài 5.6. Giải: $I_1 = 2 - 0{,}4t_1$; $I_2 = 2 - 0{,}4t_2$.

$I_2 - I_1 = -0{,}4\ (t_2 - t_1)$.

$t_2 - t_1 = \Delta t$ rất nhỏ thì $I_2 - I_1$ cũng rất nhỏ. $\Delta I = -0{,}4\Delta t$.

$$|\mathscr{E}| = L\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0{,}002\ V.$$

C. CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

1. Mạch kín (C) không biến dạng trong từ trường đều $\vec{B}$. Hỏi trường hợp nào dưới đây, từ thông qua mạch biến thiên?

A. (C) chuyển động tịnh tiến.

B. (C) chuyển động quay xung quanh một trục cố định vuông góc với mặt phẳng chứa mạch.

C. (C) chuyển động trong một mặt phẳng vuông góc với $\vec{B}$.

D. (C) quay xung quanh trục cố định nằm trong mặt phẳng chứa mạch.

2. Phát biểu nào dưới đây là **đúng**?

Khi một mạch kín phẳng, quay xung quanh một trục nằm trong mặt phẳng chứa mạch trong một từ trường, thì suất điện động cảm ứng đổi chiều một lần trong

A. 1 vòng quay B. 2 vòng quay C. $\frac{1}{2}$ vòng quay. D. $\frac{1}{4}$ vòng quay.

3. Chọn câu **đúng**.

Một ống dây có độ tự cảm L; ống dây thứ hai có số vòng dây tăng gấp đôi và diện tích mỗi vòng dây giảm một nửa so với ống dây thứ nhất. Nếu hai ống dây có chiều dài như nhau thì độ tự cảm của ống dây thứ hai là

A. L. B. 2L. C. $\frac{L}{2}$. D. 4L.

4. Phát biểu nào dưới đây là **sai?**

Suất điện động tự cảm có giá trị lớn khi

A. dòng điện tăng nhanh. B. dòng điện giảm nhanh.

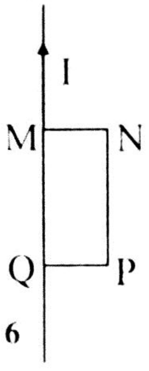
C. dòng điện có giá trị lớn. D. dòng điện biến thiên nhanh.

5. Định luật Len-xơ là hệ quả của định luật bảo toàn

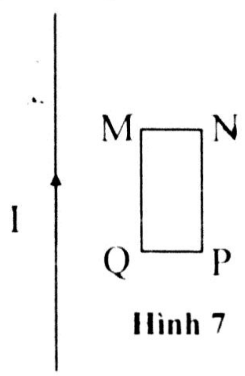
A. điện tích. B. động năng.

C. động lượng. D. năng lượng.

6. Cho dòng điện thẳng cường độ I không đổi. Khung dây dẫn hình chữ nhật MNPQ được đặt sát dòng điện, cạnh MQ của khung trùng với dòng điện (Hình 6). Hỏi khi nào thì trong khung dây không có dòng điện cảm ứng.



Hình 6



Hình 7

A. Cho khung dây dẫn quay xung quanh cạnh MQ

B. Cho khung dây dẫn quay xung quanh cạnh MN.

C. Cho khung dây dẫn quay xung quanh cạnh PQ.

D. Cho khung dây dẫn quay xung quanh cạnh NP.

7. Cho dòng điện thẳng cường độ I không đổi. Khung dây dẫn hình chữ nhật MNPQ được đặt gần dòng điện, cạnh MQ của khung song song với dòng điện (Hình 7). Hỏi khi nào không có dòng điện cảm ứng trong khung dây:

A. Cho khung dây dẫn quay xung quanh cạnh MQ

B. Cho khung dây dẫn quay xung quanh cạnh MN.

C. Cho khung dây dẫn quay xung quanh cạnh PQ.

D. Cho khung dây dẫn quay xung quanh trục là dòng điện I.

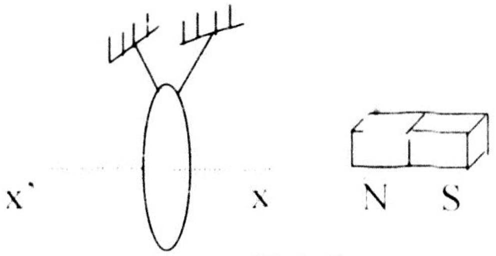
8. Một khung dây dẫn tròn được treo bằng hai sợi dây mềm như trên Hình 8. Đường thẳng x'x biểu diễn trục của khung dây. Một nam châm thẳng đặt dọc theo trục x'x, cực Bắc của nam châm gần khung dây. Tịnh tiến nam châm...

A lại gần khung dây thì thấy khung dây di chuyển lên trên.

B. ra xa khung dây thì thấy khung dây di chuyển sang bên phải.

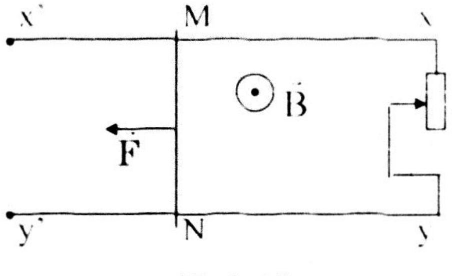
C. ra xa khung dây thì thấy khung dây di chuyển sang bên trái

D. lại gần khung dây thì thấy khung dây quay tròn



Hình 8

9. Cho thanh dẫn điện MN đặt trên hai thanh ray x'x, y'y như trên Hình 10. Hai thanh ray được đặt trong từ trường đều. Lúc đầu thanh MN đứng yên. Tác dụng lên thanh MN lực F hướng về bên trái làm cho MN chuyển động. Ma sát giữa MN và hai thanh ray rất nhỏ? Hỏi nếu khi thanh ray đủ dài và vẫn nằm trong từ trường đều thì cuối cùng thanh MN đạt đến trạng thái chuyển động như thế nào.



Hình 10

A. Thanh MN chuyển động chậm dần đều.

B. Thanh MN chuyển động nhanh dần đều.

C. Thanh MN chuyển động đều.

D. Thanh MN chuyển động nhanh hoặc chậm dần đều tùy vào từ trường mạnh hay yếu.

ĐÁP ÁN VÀ HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CHƯƠNG V

1. Trả lời: Chọn D.

2. Trả lời: Chọn C.

3. Trả lời: Chọn B. Vì L tỉ lệ với N^2 và tỉ lệ với S

4. Trả lời: Chọn C.

5. Trả lời: Chọn D.

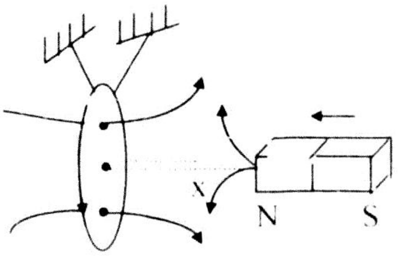
6. Trả lời: Chọn A

Vì khi quay khung xung quanh cạnh NP của khung thì từ thông qua khung không biến thiên.

7. Trả lời: Chọn D. Vì khi quay khung thì từ thông qua khung không biến thiên theo thời gian.

8. Trả lời: Chọn B.

Vì cực Bắc của nam châm ở gần khung dây nên khi đưa nam châm lại gần khung dây, theo quy tắc Len-xơ, dòng điện cảm ứng trong khung có chiều như Hình 8G. Các đường sức của dòng điện cảm ứng trong khung có chiều hướng sang bên phải như Hình 8G; ta nói phía bên phải của mặt phẳng dòng điện là mặt Bắc, còn phía bên trái gọi là mặt Nam của dòng điện. Do đó cực Bắc của nam châm đẩy mặt Bắc của dòng điện.



Hình 8G

Nếu đưa nam châm ra xa khung dây, theo quy tắc Len-xơ, dòng điện cảm ứng có chiều ngược với chiều dòng điện trên Hình 3G. Phía bên phải của mặt phẳng dòng điện là mặt Nam của dòng điện. Khi đó cực Bắc của nam châm hút mặt Nam của dòng điện.

Chú ý: Ta cũng có thể giải thích ngắn gọn như sau: khi đưa cực Bắc của nam châm lại gần khung dây, theo quy tắc Len-xơ, từ trường của dòng điện cảm ứng có tác dụng đẩy nam châm. Theo định luật Niu-tơn III thì nam châm cũng đẩy dòng điện. Khi đưa cực Bắc của nam châm ra xa khung dây thì từ trường của dòng điện cảm ứng hút nam châm. Khi đó nam châm cũng hút dòng điện.

9. Trả lời: Chọn C.

Lúc đầu dưới tác dụng của lực $\vec{F}$ thanh MN chuyển động có gia tốc. Vận tốc càng tăng thì lực từ tác dụng lên MN cũng càng tăng. Chiều của lực từ ngược với chiều của lực ngoài $\vec{F}$ tác dụng lên MN. Vì hai thanh ray đủ dài nên cuối cùng lực từ cân bằng với lực ngoài. Từ lúc đó thanh MN chuyển động đều.

Phần II
QUANG HÌNH HỌC

CHƯƠNG VI
KHÚC XẠ ÁNH SÁNG

A. TÓM TẮT KIẾN THỨC

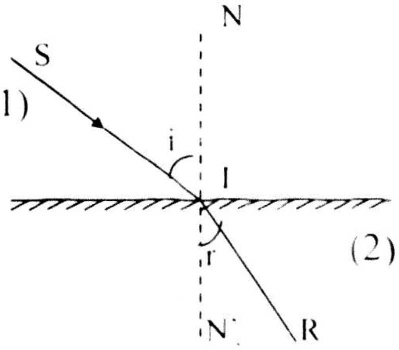
I. KHÚC XẠ ÁNH SÁNG

1. Định nghĩa hiện tượng khúc xạ ánh sáng

Khúc xạ là hiện tượng chùm tia sáng bị đổi phương đột ngột khi đi qua mặt phân cách hai môi trường truyền ánh sáng.

Tia sáng (1) được gọi là *tia tới*, tia sáng (2) gọi là *tia khúc xạ*.

Mặt ngăn cách hai môi trường được gọi là *mặt lưỡng chất*.



Hình 1

2. Định luật khúc xạ ánh sáng

a) Định luật

Từ thí nghiệm người ta đã rút ra *định luật khúc xạ ánh sáng* (còn gọi là định luật Snell – Descartes).

Tia khúc xạ nằm trong mặt phẳng tới.

Tia tới và tia khúc xạ nằm ở hai bên pháp tuyến tại điểm tới.

Đối với hai môi trường trong suốt nhất định, tỉ số giữa sin của góc tới và sin của góc khúc xạ là một hằng số:

$$\boxed{\frac{\sin i}{\sin r} = n} \qquad (1)$$

Hằng số n được gọi là *chiết suất tỉ đối* của môi trường khúc xạ (môi trường chứa tia khúc xạ) đối với môi trường tới (môi trường chứa tia tới). Ta có thể viết công thức trên dưới dạng:

$$\sin i = n\sin r \qquad (2)$$

- Nếu $n > 1$ (ta nói môi trường khúc xạ *chiết quang hơn* môi trường tới) thì $\sin i > \sin r$ hay $i > r$. Trong trường hợp này, khi đi qua mặt phân cách chất, tia sáng khúc xạ đi gần pháp tuyến hơn tia tới.

- Nếu n < 1 (ta nói môi trường khúc xạ chiết quang kém môi trường tới) thì sini < sinr hay i < r. Trong trường hợp này, khi đi qua mặt phân cách, tia sáng đi xa pháp tuyến hơn tia tới.

3. Chiết suất của môi trường

a) Chiết suất tỉ đối

Trong biểu thức của định luật khúc xạ, n là chiết suất tỉ đối của môi trường 2 (môi trường khúc xạ) đối với môi trường 1 (môi trường tới).

Chiết suất tỉ đối này bằng tỉ số giữa các tốc độ v_1 và v_2 của ánh sáng khi đi trong môi trường 1 và trong môi trường 2.

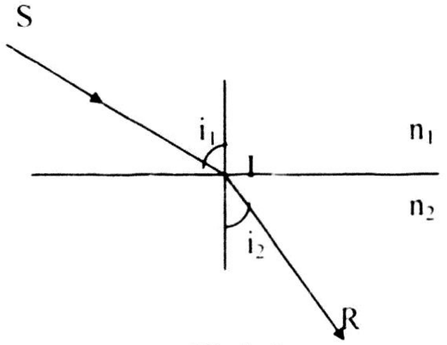
$$n \equiv n_{21} = \frac{v_1}{v_2} \qquad (3)$$

b) Chiết suất tuyệt đối: *Chiết suất tuyệt đối của một môi trường là chiết suất tỉ đối của môi trường đó đối với chân không.*

Vậy chiết suất của môi trường 1:

$$n_1 = \frac{c}{v_1}$$

Vì tốc độ của ánh sáng truyền đi trong các môi trường bao giờ cũng nhỏ hơn tốc độ ánh sáng trong chân không (v < c), nên *chiết suất tuyệt đối của mọi chất đều lớn hơn 1.*



Hình 2

Suy ra: $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$ (4)

$$\sin i = n \sin r = n_{21}.\sin r = \frac{n_2}{n_1} \sin r$$

Nếu đặt $i = i_1$ và $r = i_2$ (hình 2) định luật khúc xạ có thể được viết dưới dạng đối xứng sau:

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \qquad (5)$$

4. Tính thuận nghịch trong sự truyền ánh sáng

Nếu một tia sáng ta truyền theo đường nào thì khi cho truyền ngược lại tia sáng sẽ trùng lại với chính nó

II. HIỆN TƯỢNG PHẢN XẠ TOÀN PHẦN

1. Hiện tượng phản xạ toàn phần

a) Góc khúc xạ giới hạn

Xét một tia sáng đi từ môi trường có chiết suất n_1 (ta quy ước n_1 biểu thị chiết suất tuyệt đối) sang môi trường khác có chiết suất n_2 (hình 3).

Ta có định luật khúc xạ:

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

Nếu $n_1 < n_2$, ta có $i > r$.

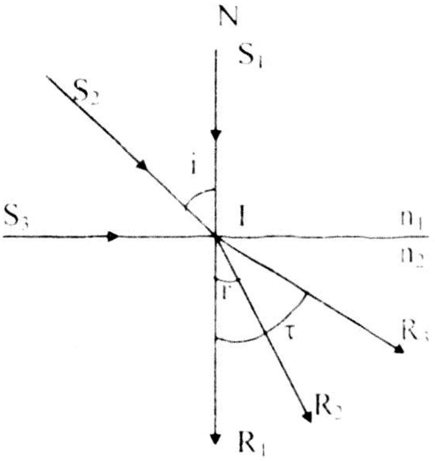
Góc i có thể lấy các giá trị từ 0° tới 90°.

Cho góc i tăng dần thì góc khúc xạ r cũng tăng dần. Khi i đạt giá trị lớn nhất là 90° thì r đạt giá trị lớn nhất là τ, được tính như sau:

$n_1.\sin 90^\circ = n_2.\sin\tau$. Đặt $\tau = i_{gh}$. Ta có:

$$\sin i_{gh} = \frac{n_1}{n_2} \qquad (6)$$

i_{gh} được gọi là *góc khúc xạ giới hạn.*



Hình 3. *Sự khúc xạ của ánh sáng khi tới mặt phân cách hai môi trường*

Kết luận: *Trong trường hợp ánh sáng đi từ môi trường có chiết suất nhỏ sang môi trường có chiết suất lớn hơn ta luôn luôn có tia khúc xạ trong môi trường thứ hai.*

b) Sự phản xạ toàn phần

Xét tia sáng đi từ môi trường có chiết suất n_1 sang một môi trường có chiết suất n_2 nhỏ hơn. Trong trường hợp này, ta có:

$r > i$ (góc khúc xạ lớn hơn góc tới).

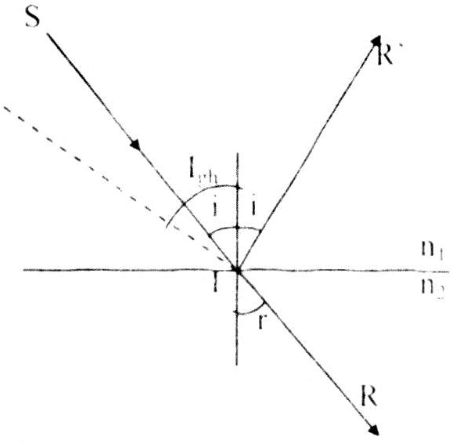
Cho góc tới i tăng dần thì góc khúc xạ r cũng tăng dần và luôn luôn lớn hơn i.

Khi r đạt giá trị lớn nhất là 90° thì góc tới i cũng có giá trị lớn nhất là i_{gh}. Ta có

$$n_1.\sin i_{gh} = n_2.\sin 90^\circ = n_2$$

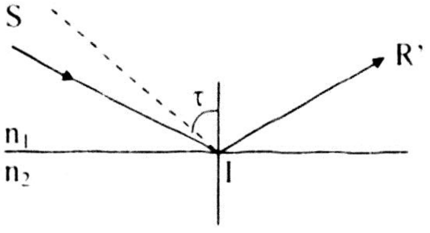
suy ra $$\boxed{\sin i_{gh} = \frac{n_2}{n_1}} \qquad (7)$$

Thí nghiệm cho thấy, trong trường hợp này, nếu góc tới i nhỏ hơn i_{gh}, tia sáng tới mặt lưỡng chất có một phần bị phản xạ, phần kia bị khúc xạ đi vào môi trường thứ hai (Hình 4).



Hình 4. *Sự khúc xạ và phản xạ của tia sáng khi tới mặt phân cách hai môi trường ($n_1 > n_2$)*

Nếu góc tới i lớn hơn i_{gh}, toàn bộ ánh sáng sẽ bị phản xạ, không có tia khúc xạ vào môi trường thứ hai (vì không thể xảy ra trường hợp $r > 90^\circ$) (hình 5).



Hình 5. *Sự phản xạ toàn phần*

Góc tới i lớn hơn góc giới hạn i_{gh}, tia sáng bị phản xạ toàn phần.

Hiện tượng này được gọi là *hiện tượng phản xạ toàn phần*. i_{gh} được gọi là *góc giới hạn*.

Kết luận: *Khi ánh sáng đi từ môi trường có chiết suất lớn hơn sang môi trường có chiết suất nhỏ hơn và có góc tới i lớn hơn góc giới hạn i_{gh}, thì sẽ xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần, trong đó mọi tia sáng đều bị phản xạ, không có tia khúc xạ.*

B. BÀI TẬP TỰ LUẬN

1. SỰ KHÚC XẠ

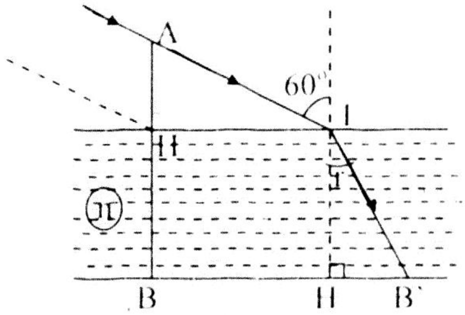
I. BÀI TẬP MẪU

Bài 1.1 Một cái gậy dài 2m cắm thẳng đứng ở đáy hồ. Gậy nhô lên khỏi mặt nước 0,5m. Ánh sáng Mặt Trời chiếu xuống hồ theo phương hợp với pháp tuyến của mặt nước góc 60°. Tìm chiều dài bóng của cây gậy in trên đáy hồ.

Giải: Bóng của cây gậy trên đáy hồ được biểu thị bởi đoạn BB' (hình 1.1G).

BB' = BH + HB' = HI + HB'

= AH tan i + HB tan r



Hình 1.1G

Định luật khúc xạ:

$$\sin r = \frac{\sin i}{n}\ ;\ \cos r = \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 i}}{n}$$

$$\tan r = \frac{\sin i}{\sqrt{n^2 - \sin^2 i}} = 0{,}854$$

Do đó: BB' = 0,5.1,73 + 1,5.0,854 = 2,15m.

Bài 1.2. Một bản mặt song song (một bản trong suốt giới hạn bởi hai mặt phẳng song song) có bề dày 10cm, chiết suất n = 1,5 được đặt trong không khí. Chiếu tới bản một tia sáng SI có góc tới là 45°.

a) Chứng tỏ rằng tia sáng ló ra khỏi bản có phương song song với tia tới. Vẽ đường đi của tia sáng qua bản.

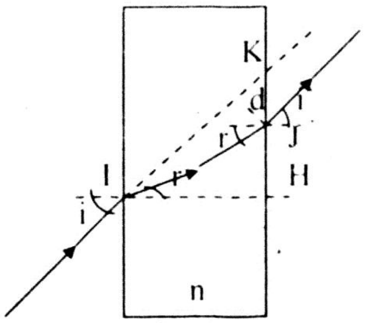
b) Tính khoảng cách giữa giá của tia ló và tia tới.

Giải:

a) Xét sự khúc xạ tại I và J, ta có sini = nsinr và nsinr = sini', suy ra i' = i. Vậy tia ló song song với tia tới (hình 1.2G).

b) Khoảng cách giữa tia ló và tia tới là JK = d.

Ta có JK = IJ sin(i − r).



Hình 1.2G

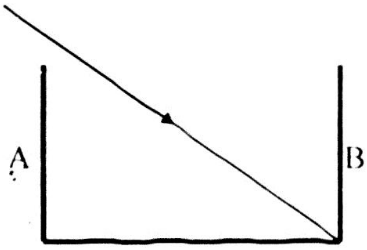
Trong đó: $IJ = \frac{IH}{\cos r}$ với IH = e (bề dày của bản)

$$d = e\frac{\sin(i - r)}{\cos r}$$

Thay số: e = 10cm, i = 45°.

Suy ra sinr = 0,471 ⇒ d = 3,3cm.

2. BÀI TẬPÁP DỤNG



Hình 1.3

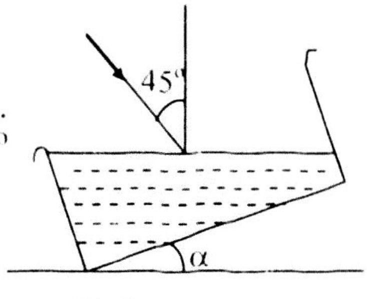
Bài 1.3. Một cái máng nước sâu 30 cm, rộng 40 cm có hai thành bên thẳng đứng. Đúng lúc máng cạn nước thì có bóng râm của thành A kéo dài tới đúng chân thành B đối diện (hình 1.3). Người ta đổ nước vào máng đến một độ cao h thì bóng của thành A ngắn bớt đi 7 cm so với trước. Biết chiết suất của nước là $n = \frac{4}{3}$.

Hãy tính h và vẽ tia sáng giới hạn bóng râm của thành máng khi có nước.

Bài 1.4. Một dải sáng đơn sắc song song chiếu tới mặt chất lỏng với góc tới i. Chất lỏng có chiết suất n. Dải sáng nằm trong một mặt phẳng vuông góc với mặt chất lỏng. Bề rộng của dải sáng trong không khí là d.

Tìm bề rộng d' của dải sáng trong chất lỏng.

Bài 1.5. Một thợ lặn ở dưới nước nhìn thấy Mặt Trời ở độ cao 60° so với đường chân trời. Tính độ cao thực của Mặt Trời so với đường chân trời. Biết chiết suất của nước là $n = \frac{4}{3}$.

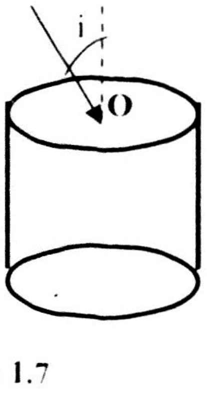


Hình 1.6

Bài 1.6. Chậu chứa chất lỏng có chiết suất n = 1,5. Tia tới chiếu tới mặt thoáng với góc tới 45° (hình 1.6).

a) Tính góc lệch khi ánh sáng khúc xạ vào chất lỏng.

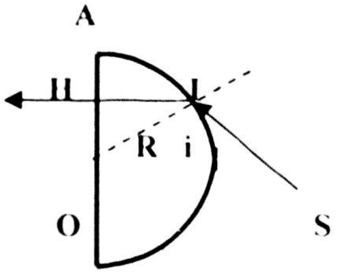
b) Tia tới cố định. Nghiêng đáy chậu một góc α. Tính α để có góc lệch giữa tia tới và tia ló có giá trị như ở câu a (coi bề dày trong suốt của đáy chậu không đáng kể).



Hình 1.7

Bài 1.7. Một khối trong suốt hình trụ thẳng có thiết diện là hình tròn bán kính R, có chiết suất $n = \sqrt{2}$, bề cao $h = R\sqrt{3}$. Một tia sáng từ không khí tới ngay tâm O của mặt trên với góc tới i như hình 1.7. Giá trị cực đại của i để tia sáng sau khi khúc xạ sẽ tới mặt đáy là bao nhiêu?

Bài 1.8. Tia sáng SI từ không khí tới gặp một khối bán cầu bằng thủy tinh có chiết suất n với góc tới $i = 45^0$ sẽ khúc xạ và ló ra không khí theo tia IR vuông góc với mặt phẳng của bán cầu tại trung điểm H của bán kính OA như hình 1.8. Tính giá trị của chiết suất n?



Hình 1.8

Bài 1.9. Một bản mặt song song có bề dày 6cm, chiết suất n = 1,5, được đặt trong không khí.

a) Vật thật là một điểm sáng S cách bản 20cm. Xác định vị trí của ảnh.

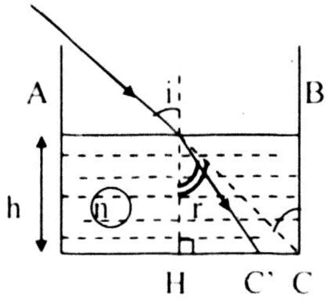
b) Vật thật AB = 2cm đặt song song với bản. Xác định vị trí và độ lớn của ảnh

Bài 1.10. Một cái chậu đặt trên một mặt phẳng nằm ngang, chứa một lớp nước dày 20cm, chiết suất $n = \frac{4}{3}$. Đáy chậu là một gương phẳng. Mắt M cách mặt nước là 30cm, nhìn thẳng góc xuống đáy chậu. Xác định khoảng cách từ ảnh của mắt tới mặt nước.

Vẽ đường đi của ánh sáng qua quang hệ trên.

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 1.3. Giải:



Hình 1.3G

CC' = 7 cm ⇒ HC − HC' = h (tani − tanr) = 7cm (hình 1.3g).

$$\tan i = \frac{4}{3}\ ;\ \tan r = \frac{\sin r}{\cos r}\ ;\ \sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{3}{5}$$

$$\cos r = \sqrt{1 - \sin^2 r} = \frac{4}{5}\ ;\ \tan r = \frac{3}{4}$$

Do đó: $h\left(\frac{4}{3} - \frac{3}{4}\right) = 7\text{ cm} \Rightarrow h = 12\text{ cm}.$

Bài 1.4. Giải:

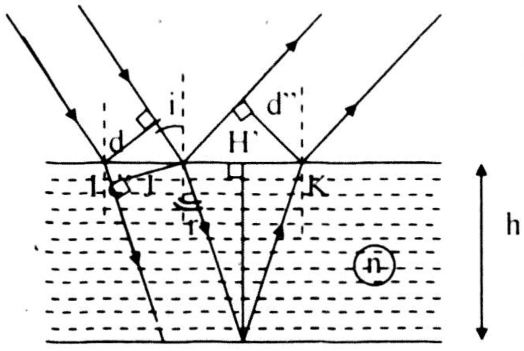
Ta có (hình 1.4G):

$$d = IJ\cos i$$

$$d' = IJ\cos r$$

Suy ra: $d' = \frac{\cos r}{\cos i} d$

Nhưng: $\cos r = \sqrt{1 - \sin^2 r}$



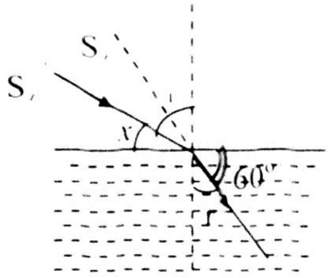
Hình 1.4G

$$= \sqrt{1 - \frac{\sin^2 i}{n^2}} = \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 i}}{n}$$

Do đó: $$d' = \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 i}}{n \cos i} d .$$

Bài 1.5. Giải: Hướng của Mặt Trời mà người thợ lặn nhìn thấy là hướng của các tia sáng khúc xạ vào nước.

Ta có đường đi của các tia sáng như hình 1.5G:



Hình 1.5G

Do đó:

$r = 90^0 - 60^0 = 30^0 \Rightarrow \sin i = n \sin r$

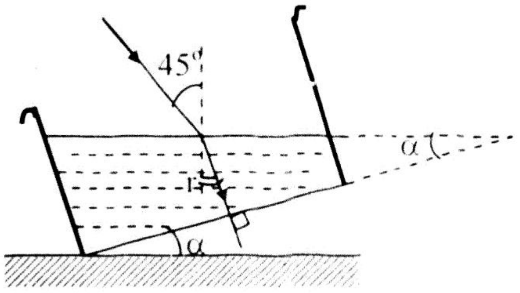
$$= \frac{4}{3}.\sin 30^0 = \frac{2}{3} \Rightarrow i \approx 42^0$$

Độ cao thực của Mặt Trời so với đường chân trời:

$$x = 90^0 - i = 48^0$$

Bài 1.6. Giải: a) $\sin r = \frac{\sin 45^0}{n} = \frac{1}{1.5\sqrt{2}} \Rightarrow r \approx 28^0$

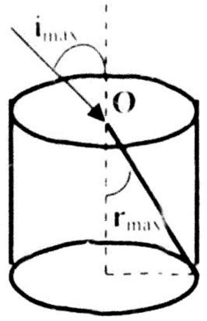
$$D = i - r = 17^0$$



Hình 1.6G

b) Để có góc lệch D như ở câu a thì tia khúc xạ vào chất lỏng phải truyền thẳng ra không khí (hình 1.6G). Tính chất của góc có cạnh tương ứng vuông góc và góc so le trong cho thấy: $\alpha = r = 28^0$

Bài 1.7. Giải. Từ hình 1.7G ta thấy giá trị cực đại của i để tia sáng sau khi khúc xạ sẽ tới mặt đáy là:



Hình 1.7G

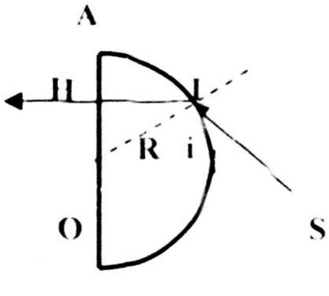
$\sin i_{max} = n \sin r_{max}$

Trong đó: $\operatorname{tg} r_{max} = \frac{R}{h} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow r_{max} = 30^0$

$$\Rightarrow \sin i_{max} = \sqrt{2} \sin 30^0 = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow i_{max} = 45^0$$

Bài 1.8.

Giải. Từ hình 1.8G ta có:

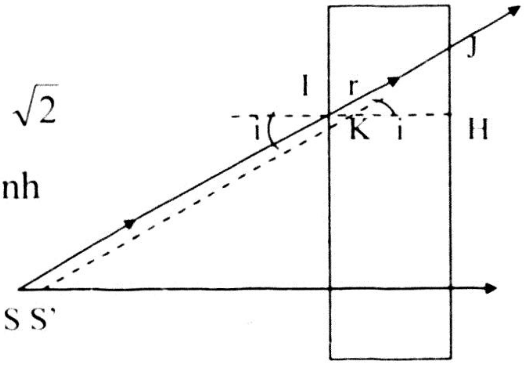


Hình 1.8G

$$AH = OH = \frac{R}{2} \quad \Rightarrow \sin r = \frac{OH}{OI} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow r = 30^o$$

$$\Rightarrow n = \frac{\sin i}{\sin r} = \sqrt{2}$$



Hình 1.9G

Bài 1.9. Giải: a) Khoảng cách giữa vật và ảnh (hình 1.9G)

$$SS' = IK = IH - KH$$

Trong đó IH = e (bề dày của bản)

$$JH = IH\tan r = KH\tan i$$

$$KH = IH\frac{\tan r}{\tan i} \approx e\frac{r}{i}$$

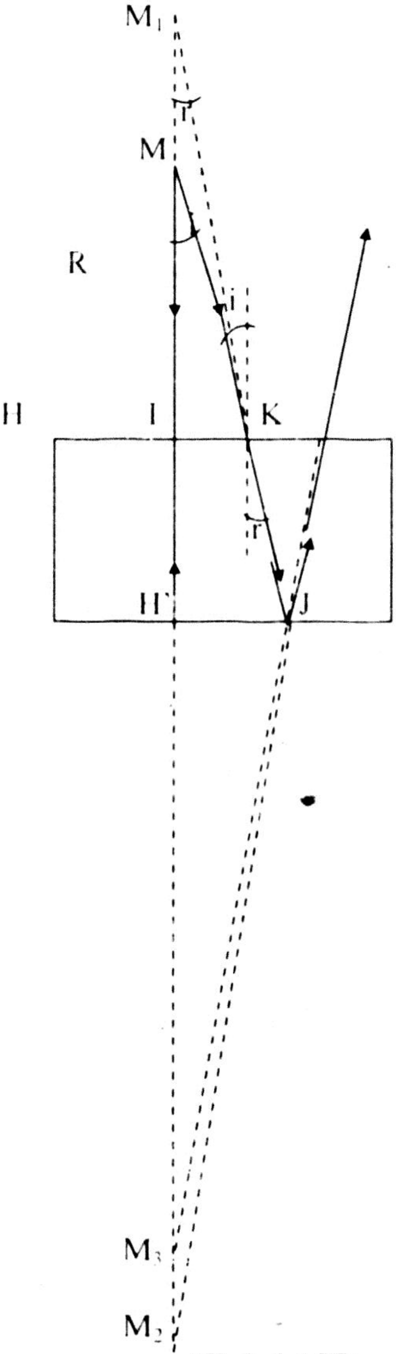
(Bản song song chỉ cho ảnh rõ với các tia tới gần vuông góc với bản nên tani ≈ sini ≈ i, tanr ≈ sinr ≈ r).

Suy ra: $SS' = KI = e(1 - \frac{r}{i})$, trong đó $i \approx nr$.

Vậy ta có: $SS' = e(1 - \frac{1}{n}) = e\frac{n-1}{n}$.

Thay số, ta được SS' = 2cm. Ảnh S' cách bản là 18cm.

b) Ảnh là A'B' = 2cm, cách bản 18cm.



Hình 1.10G

Bài 1.10. Giải. Trước hết, xét sự tạo ảnh bởi một lưỡng chất phẳng. Trong hình 1.10G, M_1 là ảnh của mắt M. Ta có:

$$HI = HM\tan i = HM_1\tan r$$

Suy ra: $\frac{HM_1}{HM} = \frac{\tan i}{\tan r} = \frac{i}{r}$.

(Lưỡng chất phẳng chỉ cho ảnh rõ với các tia sáng đi gần vuông góc với mặt lưỡng chất, nghĩa là khi các góc i và r có giá trị nhỏ nên tgi ≈ sini ≈ i, tgr ≈ sinr ≈ r).

Mặt khác, ta có $n_1 i \approx n_2 r$, suy ra công thức:

$$\frac{HM_1}{HM} = \frac{n_2}{n_1}$$

Theo giả thiết, đã cho $n_1 = 1$, $n_2 = \frac{4}{3}$

HM = 30cm. Suy ra HM_1 = 40cm.

Điểm M_1 là vật đối với gương phẳng.

Tia khúc xạ phản xạ trên gương phẳng cho ảnh là M_2.

$$H'M_2 = H'M_1 = 60cm.$$

Chùm tia phản xạ khi đi qua mặt thoáng của nước bị khúc xạ, cho ảnh cuối cùng là M_3.

Ta có: $\frac{HM_3}{HM_2} = \frac{n_1}{n_2}$.

Suy ra $HM_3 = \frac{HM_2}{n} = \frac{80}{\frac{4}{3}} = 60cm.$

II. HIỆN TƯỢNG PHẢN XẠ TOÀN PHẦN

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 2.1. Một miếng gỗ mỏng hình tròn, bán kính 4cm. Ở tâm O, cắm thẳng góc một đinh OA. Thả miếng gỗ nổi trong một chậu nước có chiết suất n = 1,33. Đinh OA ở trong nước.

a) Cho OA = 6cm. Mắt ở trong không khí sẽ thấy đầu A cách mặt nước bao nhiêu?

b) Tìm chiều dài lớn nhất của OA để mắt không thấy đầu A của đinh.

c) Thay nước bằng một chất lỏng có chiết suất n'. Khi giảm chiều dài OA của đinh tới 3,2cm thì mắt không thấy được đầu A của đinh nữa. Tính n'.

Giải a) Ta có (hình 2.2G):

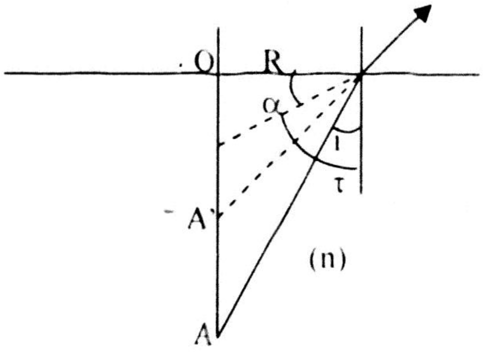
$$\frac{OA'}{OA} = \frac{1}{n}$$

Suy ra: OA' = 4,5cm.

b) Khi đầu A của đinh càng cao thì góc tới i càng lớn. Khi i lớn hơn góc giới hạn i_{gh}, tia sáng từ A tới mặt nước bị phản xạ toàn phần, mắt không còn thấy đầu A của đinh.

$\sin i_{gh} = 0,7519 \Rightarrow i_{gh} = 48^{0}45'$

Suy ra $\alpha = 41^{0}15'$



Hình 2.2G

OA (lớn nhất) = Rtanα = 3,5cm.

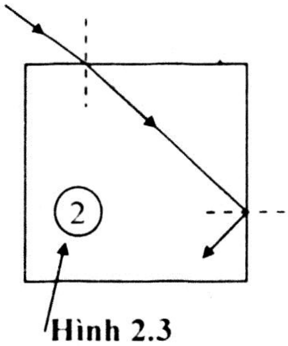
c) Ta có $\tan\alpha = \dfrac{OA}{R} = 0,8$.

$\alpha = 38^\circ39' \Rightarrow i_{gh} = 90^\circ - \alpha = 51^\circ21'$

Mà $\sin i_{gh} = \dfrac{1}{n'}$. Suy ra n' = 1,28.

II. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 2.3. Một khối nhựa trong suốt hình lập phương, chiết suất n (hình 2.3). Xác định điều kiện về n để mọi tia sáng từ không khí khúc xạ vào một mặt và truyền thẳng tới mặt kề đều phản xạ toàn phần ở mặt này.



Hình 2.3

Bài 2.4. Một khối thủy tinh hình bán cầu có bán kính R, chiết suất n = 1,5. Một tia sáng SI được chiếu thẳng góc tới mặt phẳng của bán cầu.

a) Xác định đường đi tia sáng có điểm tới là I cách tâm O của mặt cầu là $\dfrac{R}{2}$.

b) Điểm tới I ở trong vùng nào thì không có tia sáng ló ra khỏi mặt cầu?

Bài 2.5. Có ba môi trường (1), (2) và (3). Với cùng một góc tới, nếu ánh sáng đi từ (1) vào (2) thì góc khúc xạ là 30°, nếu ánh sáng đi từ (1) vào (3) thì góc khúc xạ là 45°.

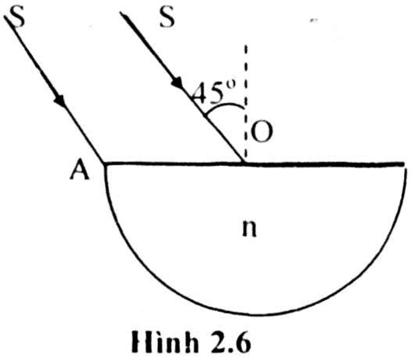
a) Hai môi trường (2) và (3) thì môi trường nào chiết quang hơn?

b) Tính góc giới hạn phản xạ toàn phần giữa (2) và (3).

Bài 2.6 Một khối bán trụ có chiết suất $n = 1,41 \approx \sqrt{2}$. Trong một mặt phẳng của tiết diện vuông góc, có hai tia song song tới gặp mặt phẳng của bán trụ với góc tới i = 45° ở A và O (hình 2.6).

a) Tính góc lệch ứng với tia tới SO sau khi ánh sáng khúc xạ ra không khí.

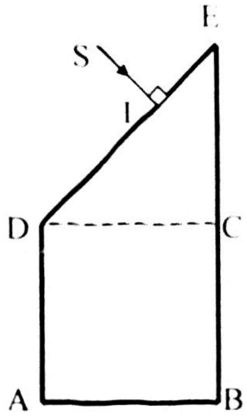
b) Xác định đường truyền của tia tới SA.



Hình 2.6

Bài 2.7. Một khối thủy tinh có tiết diện thẳng như hình 2.7 đặt trong không khí (ABCD là hình vuông; CDE là tam giác vuông cân). Trong mặt phẳng của tiết diện thẳng, chiếu một chùm tia sáng đơn sắc hẹp SI vuông góc với DE (IE < ID).

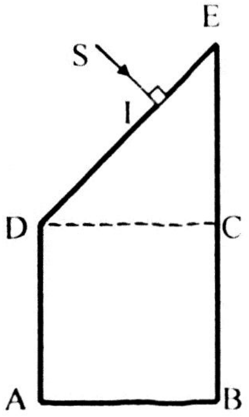
Chiết suất của thủy tinh là n = 1,5. Vẽ đường đi của tia sáng trong khối thủy tinh. Phương của tia ló làm với pháp tuyến một mặt mà tia sáng ló ra một góc bằng bao nhiêu?



Hình 2.7

Bài 2.8. Một khối trong suốt có tiết diện thẳng như hình 2.8, đặt trong không khí (ABCD là hình vuông; CDE là tam giác vuông cân). Trong mặt phẳng của tiết diện thẳng, chiếu một chùm tia sáng đơn sắc hẹp SI vuông góc với DE (IE < ID).

Giả sử phần CDE có chiết suất $n_1 = 1.5$ và phần ABCD có chiết suất $n_2 \neq n_1$ tiếp giáp nhau.

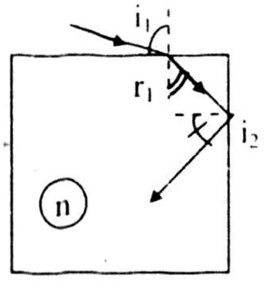


Hình 2.8

Hãy tính n_2 để tia khúc xạ trong thủy tinh tới mặt AD sẽ ló ra không khí theo phương hợp với SI một góc 45°.

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 2.3. Giải:



Hình 2.3G

Điều kiện: $i_2 \geq i_{gh} \Rightarrow \sin i_2 \geq \dfrac{1}{n}$

Nhưng: $\sin i_2 = \cos r_1$

$$\sin r_1 = \frac{\sin i_1}{n}$$

Vậy: $$\frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 i_1}}{n} \geq \frac{1}{n}$$

$$n^2 \geq 1 + \sin^2 i_1$$

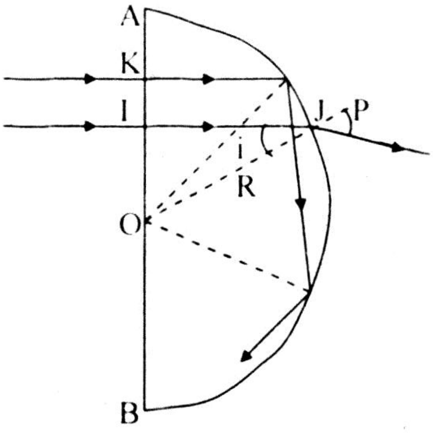
Điều kiện này vẫn phải nghiệm với $(i_1)_{max} = 90^0$

Suy ra: $n \geq \sqrt{2}$

Bài 2.4. Giải: a) Tia sáng đi thẳng qua mặt AB, tới mặt cầu với góc tới là i.

Ta có: $\sin i = \dfrac{OI}{OJ} = 0{,}5 \Rightarrow i = 30^o$

Góc ló là i' với $\sin i' = n\sin i \Rightarrow \sin i' = 0{,}75 \Rightarrow i' = 48^o\,36'$.



Hình 2.4G

b) Điểm tới I càng xa tâm O thì góc tới i tại J càng lớn. Khi $i > i_{gh}$ (góc giới hạn), tia sáng sẽ bị phản xạ toàn phần, không thể ló ra khỏi mặt cầu (hình 2.4G).

Với n = 1,5, ta có $\sin i_{gh} = \dfrac{1}{n} = \dfrac{2}{3}$

Suy ra $OK = R\sin i_{gh} = \dfrac{2R}{3}$.

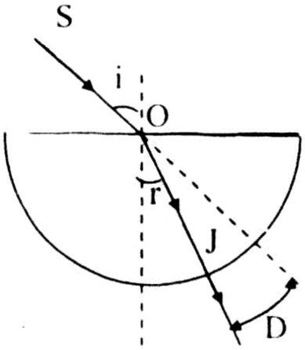
Vậy ta phải có $OI > \dfrac{2R}{3}$.

Bài 2.5. Giải:

a) $n_1\sin i = n_2\sin 30^o = n_3\sin 45^o$

$\Rightarrow \dfrac{n_2}{n_3} = \dfrac{\sin 45^o}{\sin 30^o}$: (2) chiết quang hơn (3).

b) $\sin i_{gh} = \dfrac{\sin 30^o}{\sin 45^o} = \dfrac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow i_{gh} = 45^o$

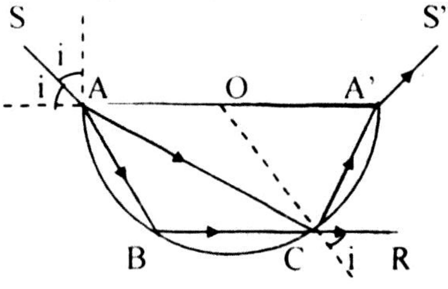


Hình 2.6G

Bài 2.6 Giải: a) Tia SO có tia khúc xạ OJ truyền theo phương một bán kính (hình 2.6G). Do đó tại J, góc tới bằng 0. Tia sáng truyền thẳng qua không khí.

Ta có:

$$D = i - r = 45^o - 30^o = 15^o$$



Hình 26.GB

b) Đối với tia tới SA, môi trường bán trụ có thể coi như có hai pháp tuyến vuông góc nhau.

Trong hai trường hợp ta luôn có:

$i = 45^o$; $r = 30^o$

Do đó kết hợp các tính chất hình học, ta có hai đường đi của tia sáng như sau (hình 2.6GB):

- SABCA'S''
- SACR

(A, B, C, A' chia nửa đường tròn thành ba phần bằng nhau).

Bài 2.7.

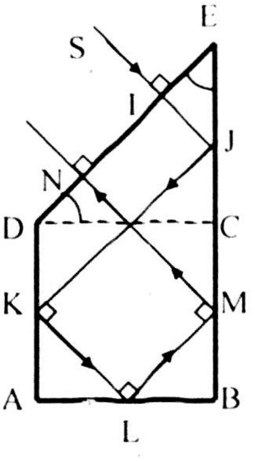
Giải:

Tia SI truyền thẳng tới mặt EC tại J.

$$\sin i_{gh} = \frac{1}{n} = \frac{2}{3} \Rightarrow i_{gh} \approx 42^0$$

$i_J > i_{gh}$: Phản xạ toàn phần.

Tia phản xạ từ J tới sẽ phản xạ toàn phần lần lượt tại DA, AB, BC và ló ra khỏi DE ở N theo phương vuông góc (tức là song song với SI nhưng ngược chiều (hình 2.7G).



Hình 2.7G

Bài 2.8. Giải:

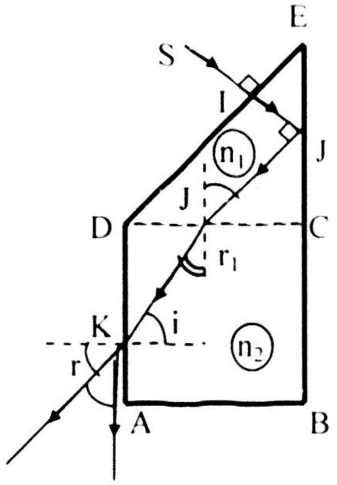
Xem hình 2.8G

Tại J' phải có khúc xạ: $n_2 > n_1$ hoặc $\frac{n_1}{\sqrt{2}} < n_2 < n_1$.

Vì $i + r_1 = 90^0$ nên có thể thiết lập hệ thức liên hệ giữa n_2 và n_1 theo điều kiện tại K.

Do đó:

$$r = 45^0 \Rightarrow n_2 = 1{,}275.$$



Hình 2.8G

C. CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

1. Chọn câu trả lời ***sai***

A. Hiện tượng khúc xạ là hiện tượng tia sáng bị đổi phương khi truyền qua mặt phân cách hai môi trường trong suốt.

B. Tia khúc xạ và tia tới ở trong hai môi trường khác nhau.

C. Tia khúc xạ nằm trong mặt phẳng tới và ở bên kia đường pháp tuyến so với tia tới.

D. Góc khúc xạ r và góc tới i tỉ lệ với nhau.

2. Chọn câu trả lời **đúng**

Trong hiện tượng khúc xạ

A. góc tới i lớn hơn góc khúc xạ r.

B. góc tới i nhỏ hơn góc khúc xạ r.

C. góc tới i đồng biến với góc khúc xạ r.

D. góc tới i tỉ lệ với góc khúc xạ r.

3. Chọn câu trả lời **đúng**

Trong hiện tượng khúc xạ

A. Chiết suất tỉ đối $n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$.

B. Chiết suất tỉ đối $n_{21} = \frac{v_2}{v_1}$.

C. sini và sinr đồng biến.

D. sini và sinr nghịch biến.

4. Chọn câu trả lời **đúng**

Trong hiện tượng khúc xạ

A. Nếu môi trường thứ hai chiết quang hơn môi trường thứ nhất thì vận tốc $v_1 < v_2$.

B. Nếu môi trường thứ nhất kém chiết quang hơn môi trường thứ hai thì vận tốc $v_2 < v_1$.

C. Nếu môi trường thứ hai chiết quang hơn môi trường thứ nhất thì góc khúc xạ r > góc tới i.

D. A và C đúng.

5. Chọn câu trả lời **đúng**

A. Chiết suất tuyệt đối của một môi trường trong suốt là đại lượng cho biết vận tốc ánh sáng trong môi trường kém vận tốc ánh sáng trong chân không bao nhiêu lần.

B. Chiết suất tuyệt đối của một môi trường trong suốt là chiết suất tỉ đối của môi trường đó đối với chân không hay không khí.

C. sini và sinr đồng biến.

D. A, B đều đúng.

6. Chọn câu trả lời **đúng**

A. Chiết suất tuyệt đối của một môi trường trong suốt có thể lớn hay nhỏ hơn 1.

B. Khi ánh sáng đi từ môi trường chiết quang kém sang môi trường chiết quang hơn với góc tới thích hợp sẽ xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần.

C. Góc giới hạn xác định bởi $\sin i_{gh} = n_{12}$.

D. Khi ánh sáng đi từ môi trường có chiết suất lớn sang môi trường có chiết suất nhỏ thì mọi tia tới ứng với góc tới $i \leq i_{gh}$ đều có tia ló.

7. Chọn câu trả lời ***sai***

Khi ánh sáng đi từ môi trường chiết suất lớn qua môi trường chiết suất nhỏ hơn thì:

A. Khi tăng góc tới thì tia phản xạ yếu dần còn tia khúc xạ sáng dần lên.

B. Khi góc tới $i = i_{gh}$ thì tia khúc xạ đi sát mặt phân cách.

C. Khi góc tới $i > i_{gh}$ thì không còn tia khúc xạ.

D. Góc giới hạn xác định bởi $\sin i_{gh} = \frac{n_{nhỏ}}{n_{lớn}}$.

8. Chọn câu trả lời **đúng**

Chiết suất tuyệt đối của một môi trường vật chất

A. nhỏ hơn 1.

B. bằng 1.

C. lớn hơn 1.

D. có thể nhỏ hơn 1, bằng 1 hoặc lớn hơn 1.

9. Chọn câu trả lời **đúng**

Một tia sáng đi từ một môi trường này sang một môi trường khác dọc theo pháp tuyến của mặt phân cách. Góc khúc xạ bằng:

A. 0 độ.

B. 90 độ.

C. góc tới hạn.

D. một góc nào đó tùy thuộc vào chiết suất của hai môi trường.

10. Chọn câu trả lời **đúng**

So với góc tới, góc khúc xạ

A. nhỏ hơn.

B. bằng.

C. lớn hơn.

D. có thể nhỏ hơn, lớn hơn hoặc bằng.

11. Chọn câu trả lời **đúng**

Một tia sáng truyền từ môi trường A đến môi trường B dưới góc tới 30^0. Góc khúc xạ bằng 25^0. Vận tốc của ánh sáng trong môi trường B:

A. nhỏ hơn vận tốc trong môi trường A

B. bằng vận tốc trong môi trường A

C. lớn hơn vận tốc trong môi trường A

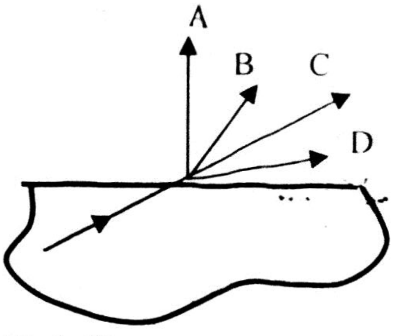
D. có thể nhỏ hơn, lớn hơn hoặc bằng vận tốc trong môi trường A

12. Chọn câu trả lời **đúng**

Khi tia sáng đi từ nước vào không khí như hình 12, nó truyền theo chiều của tia:

A. A

B. B



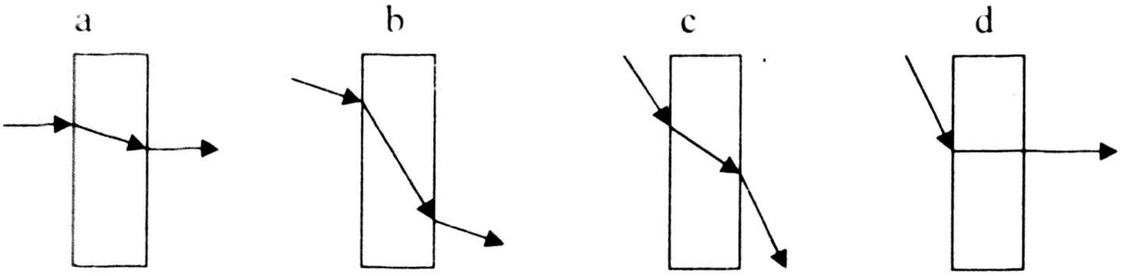
Hình 12

C. C

D. D

13. Chọn câu trả lời **đúng**

Đường đi của tia sáng qua khối thủy tinh (bản mặt song song) rồi truyền vào không khí được biểu diễn ở trên hình 13.(các hình b,c tia tới và tia ló đều song song với nhau)



Hình 13

A. a B. b C. c D. d

14. Chọn câu trả lời **đúng**

Sự phản xạ toàn phần có thể xảy ra khi ánh sáng từ một môi trường truyền sang môi trường khác

A. có chiết suất nhỏ hơn chiết suất của môi trường đầu.

B. có chiết suất lớn hơn chiết suất của môi trường đầu.

C. có cùng chiết suất với chiết suất của môi trường đầu.

D. dưới góc nhỏ hơn góc tới hạn.

15. Chọn câu trả lời **đúng**

Ba môi trường trong suốt gồm không khí và hai môi trường chiết suất $n_1 > n_2$. Lần lượt cho ánh sáng truyền tới mặt phân cách của tất cả các cặp môi trường có thể tạo ra. Biểu thức có thể của $\sin i_{gh}$ của cặp môi trường thích hợp là:

A. $\sin i_{gh} = \frac{1}{n_1}$

B. $\sin i_{gh} = \frac{1}{n_2}$

C. $\sin i_{gh} = \frac{n_2}{n_1}$

D. Cả A, B, C đều đúng

16. Chọn câu trả lời **đúng**

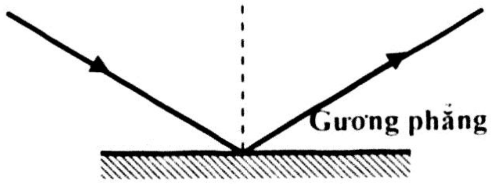
Trong ba trường hợp trên hình 16.Trường hợp nào sự phản xạ là phản xạ toàn phần:

A. Trường hợp hình 16a.

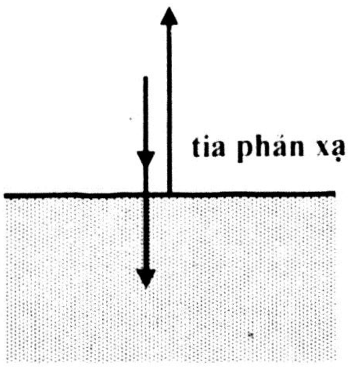
B. Trường hợp hình 16b.

C. Trường hợp hình 16c.

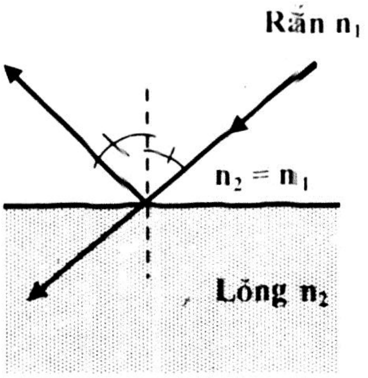
D. Cả A, B, C đều sai.



Hình 16a



Hình 16b



Hình 16c

17. Chọn câu trả lời **đúng**

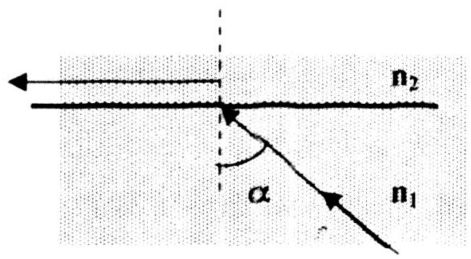
Một tia sáng truyền đi giữa hai môi trường như hình 17. Có thể kết luận:

A. α là góc giới hạn.

B. Với i > α sẽ có phản xạ toàn phần.

C. Nếu ánh sáng truyền từ môi trường chiết suất n_2 sang môi trường chiết suất n_1 thì chỉ có phản xạ thông thường.

D. Cả A, B, C đều đúng.



Hình 17

18. Phản xạ toàn phần là sự phản xạ xảy ra ở:

A. Trên một gương có hệ số phản xạ 100 %.

B. Trên mặt ngăn cách một môi trường trong suốt với một môi trường không trong suốt.

C. Trên mặt ngăn cách hai môi trường trong suốt bất kỳ.

D. Trên mặt ngăn cách hai môi trường trong suốt, khi góc tới có một giá trị sao cho không có tia khúc xạ.

19. Chiết suất tuyệt đối của một môi trường là một số:

A. Có thể dương hoặc âm, có trị tuyệt đối có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn 1.

B. Luôn luôn dương, có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn 1.

C. Luôn luôn dương và lớn hơn 1.

D. Luôn luôn dương và nhỏ hơn 1.

20. Bản mặt song song:

A. Không làm thay đổi phương truyền của tia sáng, nhưng làm cho tia sáng dịch chuyển ngang.

B. Không làm thay đổi đường truyền của tia sáng.

C. Không có ảnh hưởng gì đến việc quan sát các vật.

D. Làm lệch đường truyền của tia sáng, do đó làm méo ảnh các vật quan sát.

21. Ảnh của một vật, cho bởi một bản mặt song song, độ dày e, chiết suất n, bị dịch chuyển so với vật:

A. Một đoạn bằng $e(n - 1)$ theo chiều truyền của ánh sáng.

B. Một đoạn $e(n - 1)$ lại gần bản.

C. Một đoạn $e(n - 1)$ ra xa bản.

D. Một đoạn $e(1 - \frac{1}{n^2})$ theo chiều truyền của ánh sáng.

22. Chiết suất tỉ đối của hai môi trường thì:

A. Tỉ lệ với vận tốc ánh sáng trong hai môi trường.

B. Tỉ lệ nghịch với vận tốc ánh sáng trong hai môi trường.

C. Bằng tỉ số vận tốc ánh sáng trong hai môi trường.

D. Bằng nghịch đảo của tỉ số vận tốc ánh sáng trong hai môi trường.

23. Chiết suất tuyệt đối của một môi trường là một hằng số:

A. chỉ phụ thuộc bản chất của môi trường.

B. chỉ phụ thuộc tần số (hay bước sóng) của ánh sáng.

C. phụ thuộc bản chất của môi trường và tần số ánh sáng.

D. phụ thuộc bản chất của môi trường, nhưng không phụ thuộc ánh sáng qua môi trường.

24. Khi một tia sáng truyền từ môi trường 1 sang môi trường 2 thì tia khúc xạ:

A. lại gần pháp tuyến nếu môi trường 2 chiết quang hơn.

B. lại gần pháp tuyến nếu môi trường 2 chiết quang kém.

C. đi xa pháp tuyến nếu môi trường 2 chiết quang hơn.

D. luôn luôn lại gần pháp tuyến.

25. Yếu tố nào dưới đây quyết định giá trị chiết suất của tia sáng đối với hai môi trường khác nhau?

A. Khối lượng riêng của hai môi trường.

B. Tỉ số giá trị hàm sin của góc tới và góc khúc xạ.

C. Tần số của ánh sáng lan truyền trong hai môi trường.

D. Tính chất đàn hồi của hai môi trường.

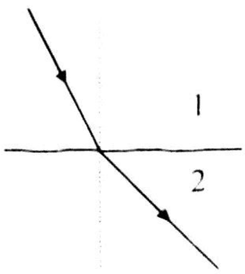
26. Từ hình 26 trình bày định luật khúc xạ ánh sáng, ta có thể kết luận về vận tốc lan truyền, tần số và bước sóng của ánh sáng trong hai môi trường 1 và 2 như thế nào?

A. $v_1 < v_2, f_1 = f_2, \lambda_1 = \lambda_2$;

B. $v_1 = v_2, f_1 < f_2, \lambda_1 > \lambda_2$;

C. $v_1 > v_2, f_1 < f_2, \lambda_1 = \lambda_2$;

D. $v_1 < v_2, f_1 = f_2, \lambda_1 < \lambda_2$;



Hình 26

27. Trong các công thức liên hệ giữa chiết suất, vận tốc sau đây, công thức nào sai?

A. $n_{12} = \dfrac{n_1}{n_2}$ B. $n_{12} = \dfrac{v_2}{v_1}$ C. $n_{12} = \dfrac{1}{n_{21}}$ D. $n_{12} = \dfrac{C}{v_1}$.

28. Điều kiện của hiện tượng phản xạ toàn phần là:

A. Góc tới lớn hơn 90^0.

B. Góc tới bé hơn góc giới hạn.

C. Ánh sáng truyền từ môi trường kém chiết quang sang môi trường chiết quang hơn, góc tới lớn hơn góc giới hạn.

D. Ánh sáng truyền từ môi trường chiết quang sang môi trường kém chiết quang hơn, góc tới lớn hơn góc giới hạn.

29. Nếu chiết suất tuyệt đối đối với một tia sáng đơn sắc bằng n_1 cho nước và n_2 cho thuỷ tinh, thì chiết suất tỉ đối, khi tia sáng đó truyền từ nước sang thuỷ tinh, bằng bao nhiêu?

A. $n_{21} = \dfrac{n_1}{n_2}$.   B. $n_{21} = \dfrac{n_2}{n_1}$.   C. $n_{21} = n_2 - n_1$.   D. $n_{21} = \dfrac{n_2}{n_1} - 1$.

30. Một tia sáng hẹp phát ra từ một bóng đèn đặt ở đáy một bể bơi chạy đến mặt phân cách nước – không khí dưới một góc $\alpha \neq 0$. Nếu tăng góc tới lên hai lần thì:

A. góc khúc xạ cũng tăng gấp 2 lần.   B. góc khúc xạ tăng gần gấp 2 lần.

C. góc khúc xạ tăng hơn 2 lần hoặc xảy ra phản xạ toàn phần, nếu $i > i_{gh}$ (i_{gh} – là góc giới hạn).

D. xảy ra phản xạ toàn phần, nếu $2i < i_{gh}$.

31. Người ta tăng góc tới của một tia sáng chiếu từ không khí lên mặt một chất lỏng lên gấp 2 lần, góc khúc xạ của tia sáng đó:

A. cũng tăng gấp 2 lần.   B. tăng gấp hơn 2 lần.

C. tăng ít hơn 2 lần.

D. tăng nhiều hơn hay ít hơn hai lần là tuỳ thuộc vào chiết suất của chất lỏng đó nhỏ hay lớn.

32. Hai điều kiện để xảy ra phản xạ toàn phần:

A. Tia sáng truyền từ một môi trường sang một môi trường chiết quang kém, và góc tới lớn hơn góc tới hạn.

B. Tia sáng đang truyền trong một môi trường thì gặp mặt ngăn cách môi trường ấy với một môi trường kém chiết quang, và góc tới lớn hơn góc tới hạn.

C. Tia sáng truyền từ một môi trường sang một môi trường chiết quang kém, và dưới góc nhỏ hơn góc tới hạn.

D. Tia sáng đang truyền trong một môi trường thì gặp mặt ngăn cách với một môi trường chiết quang hơn, và góc tới nhỏ hơn góc tới hạn.

33. Chọn câu **sai.**

Một tia sáng đi từ môi trường có chiết suất n_1 sang môi trường có chiết suất n_2 ($n_2 > n_1$) với góc tới là i và góc khúc xạ là r.

A. Tia khúc xạ gần pháp tuyến hơn tia tới.

B. Với các giá trị của i ($0 < i < 90^0$) thì luôn có tia khúc xạ.

C. Ta có đẳng thức: $n_1 \sin i = n_2 \sin r$.

D. Tia tới gần pháp tuyến hơn tia khúc xạ.

34. Chọn câu **sai**.

A. Chiết suất tuyệt đối của một môi trường trong suốt cho biết vận tốc của ánh sáng trong môi trường đó nhỏ hơn trong chân không bao nhiêu lần.

B. Chiết suất tuyệt đối của các môi trường trong suốt tỉ lệ với vận tốc truyền của ánh sáng trong các môi trường đó.

C. Chiết suất tuyệt đối của mọi môi trường trong suốt khác môi trường chân không đều lớn hơn 1.

D. Chiết suất tuyệt đối của môi trường chân không đều quy ước là 1.

35. Cho một tia sáng đi từ không khí lần lượt vào ba môi trường trong suốt (1), (2) và (3). Với cùng một góc tới i, góc khúc xạ tương ứng lần lượt là r_1, r_2 và r_3; biết $r_1 < r_2 < r_3$. Hiện tượng phản xạ toàn phần *không bao giờ xảy ra* khi ánh sáng truyền từ

A. môi trường (1) tới môi trường (3). B. môi trường (2) tới môi trường (1).

C. môi trường (1) tới môi trường (2). D. môi trường (2) tới môi trường (3).

HƯỚNG DẪN VÀ TRẢ LỜI

1. Trả lời: Chọn D.

Câu sai: góc khúc xạ r và góc tới i tỉ lệ với nhau.

2. Trả lời: Chọn C.

Trong hiện tượng khúc xạ góc tới i đồng biến với góc khúc xạ r.

3. Trả lời: Chọn A.

Trong hiện tượng khúc xạ chiết suất tỉ đối: $n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$.

4. Trả lời: Chọn B.

Trong hiện tượng khúc xạ nếu môi trường hai chiết quang hơn môi trường một thì $v_2 < v_1$.

5. Trả lời: Chọn D.

6. Trả lời: Chọn D.

Khi ánh sáng đi từ môi trường có chiết suất lớn sang môi trường có chiết suất nhỏ thì mọi tia tới ứng với góc tới $i \leq i_{gh}$ đều có tia ló.

7. Trả lời: Chọn A.

Khi ánh sáng đi từ môi trường chiết suất lớn qua môi trường chiết suất nhỏ hơn, tăng góc tới thì tia phản xạ mạnh dần còn tia khúc xạ yếu dần đi.

⇒ Câu sai A

8. Trả lời: Chọn C.

Chiết suất tuyệt đối của một môi trường vật chất: $n = \frac{c}{v}$ mà $v < c \Rightarrow n > 1$.

9. Trả lời: Chọn A.

Một tia sáng đi từ một môi trường này sang một môi trường khác dọc theo pháp tuyến của mặt phân cách, khi đó góc tới $i = 0 \Rightarrow$ Góc khúc xạ $r = 0$.

10. Trả lời: Chọn D.

So với góc tới, góc khúc xạ có thể nhỏ hơn, lớn hơn hoặc bằng góc tới.

11. Trả lời: Chọn A.

Gọi $n_A = \frac{c}{v_A}$ = chiết suất tuyệt đối của môi trường chứa tia tới.

$n_B = \frac{c}{v_B}$ = chiết suất tuyệt đối của môi trường chứa tia khúc xạ.

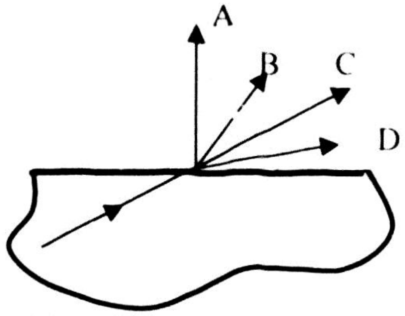
Theo định luật khúc xạ: $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_B}{n_A} = \frac{v_A}{v_B}$

Ta có: $i = 30^o > r = 25^o \Rightarrow v_A > v_B$

12. Trả lời: Chọn D

Khi tia sáng đi từ nước vào không khí như hình 12G.

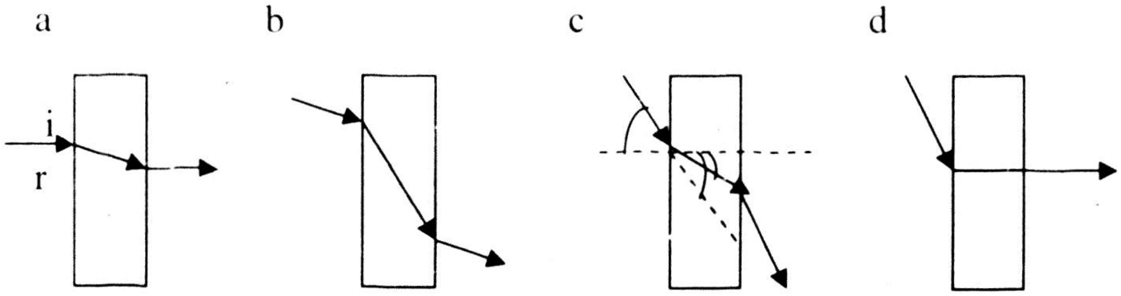
Vì $n_{nước} > n_{không\ khí} \Rightarrow i < r \Rightarrow$ Tia khúc xạ truyền theo chiều của tia D.



Hình 12G

13 Trả lời: Chọn C

Đường đi của tia sáng qua khối thủy tinh (bản mặt song song) rồi truyền vào không khí được biểu diễn ở trên hình 13G.



Hình 13G

Vì bản mặt song song nên $r_1 = r_2 \Rightarrow i_2 = i_1 \Rightarrow$ Tia ló phải song song với tia tới. Mặt khác, tia sáng khi tới bản mặt song song là tia sáng truyền từ không khí (chiết suất bằng 1) vào thủy tinh (chiết suất lớn hơn 1) nên góc tới phải lớn hơn góc khúc xạ $\Rightarrow$ Chỉ có trường hợp C thỏa mãn.

14. Trả lời: Chọn A.

Sự phản xạ toàn phần có thể xảy ra khi ánh sáng đi từ một môi trường này sang môi trường khác có chiết suất nhỏ hơn chiết suất của môi trường đầu.

15. Trả lời: Chọn D.

16. Trả lời: Chọn D.

17. Trả lời: Chọn D

18. Trả lời: Chọn

19. Trả lời: Chọn C.

20. Trả lời: Chọn A.

21. Trả lời: Chọn D.

22. Trả lời: Chọn D.

23. Trả lời: Chọn C.

24. Trả lời: Chọn A.

25. Trả lời: Chọn B.

26. Trả lời: Chọn D.

27. Trả lời: Chọn D.

28. Trả lời: Chọn D.

29. Trả lời: Chọn B.

30. Trả lời: Chọn C.

31. Trả lời: Chọn C.

32. Trả lời: Chọn B.

33. Trả lời: Chọn D.

34. Trả lời: Chọn B.

35. Trả lời: Chọn B.

Giải: Vì $r_1 < r_2 < r_3 \Leftrightarrow n_1 > n_2 > n_3$

Vậy đi từ 2 → 1 không xảy ra.

CHƯƠNG VII

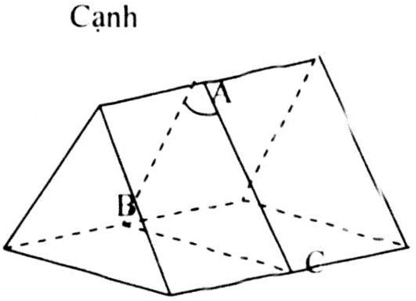
MẮT - CÁC DỤNG CỤ QUANG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN

I. LĂNG KÍNH

1. Cấu tạo lăng kính

Lăng kính là một khối trong suốt, đồng nhất, được giới hạn bởi hai mặt phẳng không song song.



ABC là tiết diện chính của lăng kính

Hình 1. *Lăng kính*

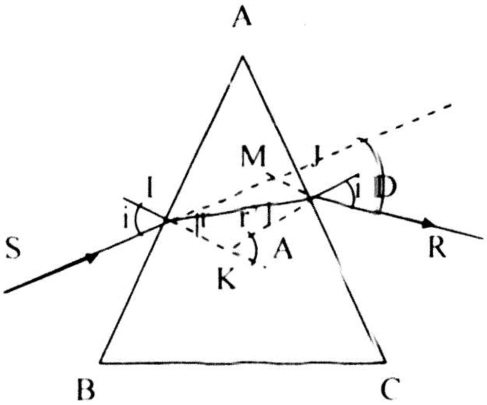
Hai mặt phẳng giới hạn nêu trên được gọi là *các mặt bên* của lăng kính.

Giao tuyến của hai mặt bên được gọi là *cạnh* của lăng kính.

Đối diện với cạnh là *đáy* của lăng kính.

Góc A làm bởi hai mặt lăng kính được gọi là *góc chiết quang* hay *góc ở đỉnh* của lăng kính (hình 1).

Đường đi của tia sáng SIJR nằm trong mặt phẳng tiết diện chính BAC. Góc i được gọi là *góc tới*. Góc i' được gọi là *góc ló*. Góc D làm bởi tia tới SI và tia ló JR được gọi là *góc lệch* của tia sáng khi đi qua lăng kính.



Hình 2. *Đường đi của tia sáng qua lăng kính*

2. Các công thức lăng kính

Với lăng kính, ta có các công thức sau:

$\sin i = n \sin r$ (1)

$\sin i' = n \sin r'$ (2)

$r + r' = A$ (3)

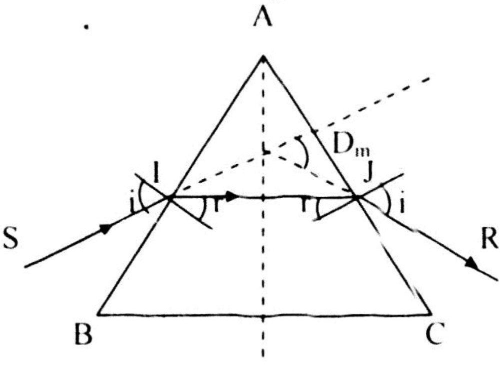
$D = i + i' - A$ (4)

Nếu các góc là nhỏ thì: $D \approx (n - 1)A$

+ Góc lệch cực tiểu: Trong trường hợp này, ta có $i' = i = i_m$ (góc tới ứng với độ lệch cực tiểu).

$$r' = r = \frac{1}{2}A$$

$$D_m = 2i - A$$



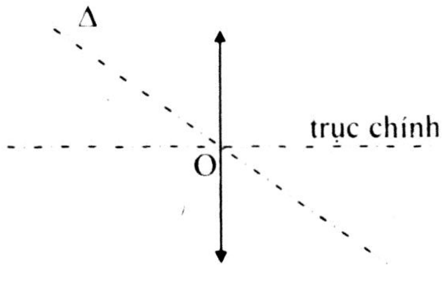
Hình 3. *Đường đi của tia sáng khi có góc lệch cực tiểu*

hay $i = \frac{D_m + A}{2}$

suy ra: $\boxed{\sin\frac{D_m + A}{2} = n\sin\frac{A}{2}}$ (5)

II. THẤU KÍNH MỎNG

1. Định nghĩa



Hình 4. *Trục chính và trục phụ*

Thấu kính là một khối trong suốt, được giới hạn bởi hai mặt cầu hoặc một mặt phẳng và một mặt cầu.

Đường thẳng C_1C_2 nối các tâm của hai mặt cầu (hoặc đi qua tâm của mặt cầu và vuông góc với mặt phẳng) được gọi là *trục chính*.

O được gọi là *quang tâm thấu kính* (O là điểm mà trục chính cắt thấu kính).

Đường thẳng Δ bất kì đi qua quang tâm O được gọi là *trục phụ* (hình 1).

+ Khi ta xét các thấu kính ở trong không khí thì

Thấu kính mép mỏng được gọi là *thấu kính hội tụ*.

Thấu kính mép dày được gọi là *thấu kính phân kì*.

- Tính chất của quang tâm: *Một tia sáng bất kì qua quang tâm thì truyền thẳng.*

2. Tiêu điểm. Tiêu diện. Tiêu cự

a) Tiêu điểm ảnh chính

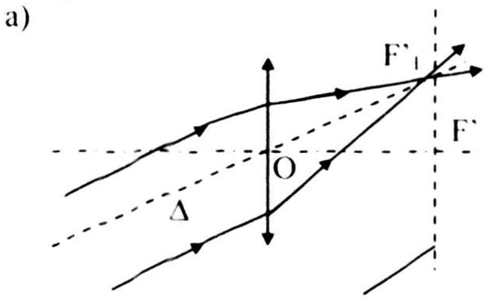
+ Chiếu một chùm tia sáng song song tới trục chính của 1 thấu kính hội tụ, chùm tia này hội tụ tại 1 điểm F' trên trục chính. F' gọi là tiêu điểm ảnh chính.

+ Với thấu kính phân kì, chùm tia sau khi qua bị phân kì và dường như xuất phát từ F', F' là tiêu điểm ảnh của thấu kính phân kì.

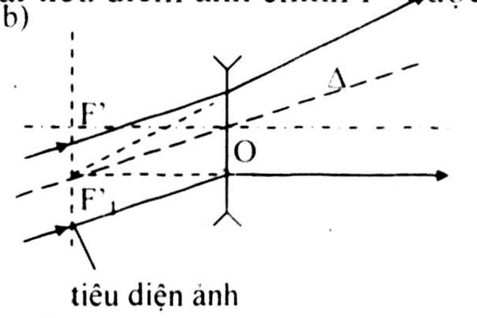
b) Tiêu diện

Mặt phẳng vuông góc với trục chính tại tiêu điểm vật F được gọi là *tiêu diện vật*.

Mặt phẳng vuông góc với trục chính tại tiêu điểm ảnh chính F' được gọi là *tiêu diện ảnh*



Hình 5 tiêu diện ảnh



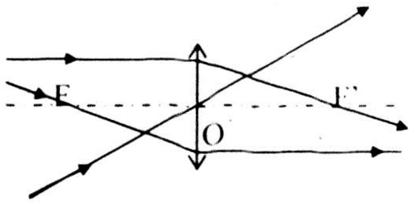
Hình 6 *Chùm tia ló qua điểm ảnh phụ F'.*

c) Tiêu cự

Tiêu cự là độ dài đại số, được kí hiệu là f, có trị số tuyệt đối bằng khoảng cách từ các tiêu điểm tới quang tâm thấu kính.

$$|f| = OF = OF' \qquad (6)$$

Quy ước: $f > 0$ với thấu kính hội tụ.
$f < 0$ với thấu kính phân kì.



Hình 7. *Đường đi của các tia đặc biệt qua thấu kính hội tụ.*

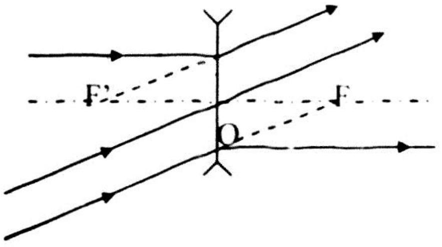
3. Đường đi của tia sáng qua thấu kính

a) Các tia đặc biệt

– Tia tới song song với trục chính, tia ló tương ứng (hoặc đường kéo dài) đi qua tiêu điểm ảnh chính F'.

– Tia tới (hoặc đường kéo dài) qua tiêu điểm vật chính F, tia ló tương ứng song song với trục chính.

– Tia tới qua quang tâm O thì đi thẳng.



Hình 8. *Đường đi của các tia đặc biệt qua thấu kính phân kỳ.*

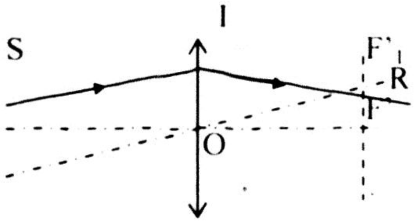
b) Cách vẽ tia ló ứng với một tia tới bất kì

Xét một tia tới bất kì SI, ta có thể vẽ tia ló tương ứng theo cách sau:

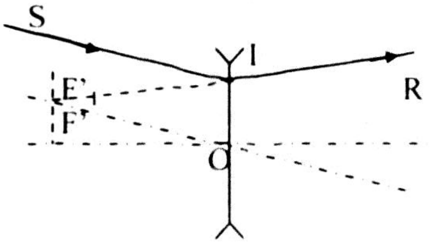
– Vẽ trục phụ song song với tia tới SI.

– Vẽ tiêu diện ảnh, cắt trục phụ nói trên tại một tiêu điểm phụ là F'_1.

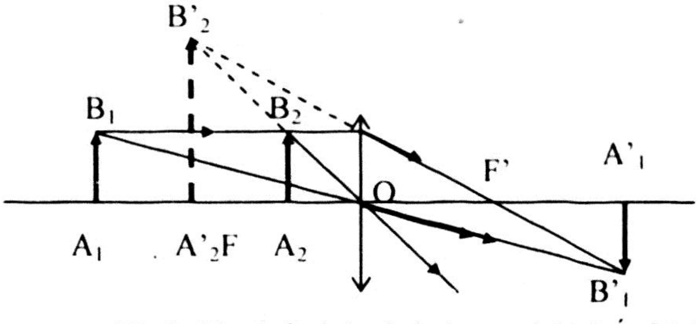
– Từ I, vẽ tia ló đi qua F'_1



Hình 9 *Vẽ tia ló qua thấu kính hội tụ (cách 1)*



Hình 10 *Vẽ tia ló qua thấu kính phân kỳ (cách 1)*



Hình 11. *Ảnh thật, ảnh ảo tạo bởi thấu kính hội tụ*

4. Độ tụ

Đại lượng D bằng nghịch đảo của tiêu cự f gọi là độ tụ.

$$\boxed{D = \frac{1}{f}} \qquad (7)$$

Đơn vị của độ tụ là *điôp* (với tiêu cự f tính ra mét).

Thấu kính hội tụ, $D > 0$.

Thấu kính phân kì, $D < 0$.

Công thức tính độ tụ của thấu kính là:

$$\boxed{D = \frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)} \qquad (8)$$

trong đó, n là chiết suất tỉ đối của vật liệu làm thấu kính đối với môi trường xung quanh thấu kính.

R_1, R_2 là bán kính của các mặt thấu kính.

- Quy ước: $R_1, R_2 > 0$ với các mặt lồi

$R_1, R_2 < 0$ với các mặt lõm

R_1 (hay R_2) $= \infty$ với mặt phẳng.

5. Công thức thấu kính

a) Công thức vị trí vật ảnh

Các công thức tổng quát sau, áp dụng cho mọi trường hợp, cho cả hai loại thấu kính hội tụ và phân kì

$$\boxed{\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}} \qquad (9)$$

b) Số phóng đại (còn gọi là độ phóng đại):

$$k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$$

Ta có: $$\boxed{k = -\frac{d'}{d}} \qquad (10)$$

Nếu ảnh và vật cùng chiều, $k > 0$.

Nếu ảnh và vật ngược chiều, $k < 0$.

c) Quy ước dấu của các đại lượng

Các khoảng cách hình học xác định bằng các giá trị đại số với quy ước như sau:

$\overline{OA} \rightarrow d$; $\overline{OA'} \rightarrow d'$; $\overline{OF'} \rightarrow f$

$d > 0$ với vật thật, $d < 0$ với vật ảo

$d' > 0$ với ảnh thật, $d' < 0$ với ảnh ảo

$f > 0$ với thấu kính hội tụ. $f < 0$ với thấu kính phân kì.

III. MẮT

1. Cấu tạo

+ Về phương diện quang hình học, các bộ phận cho ánh sáng truyền qua của mắt tương đương một thấu kính hội tụ gọi là thấu kính mắt. Tiêu cự của thấu kính mắt thay đổi được nhờ thay đổi độ cong của thể thủy tinh nhờ các cơ vòng ở mắt.

+ Màng lưới (võng mạc) như một màn ảnh, tại đó có những tế bào thần kinh nhạy sáng nằm đầu các dây thần kinh thị giác. Trên màng lưới có một điểm rất nhạy với ánh sáng,gọi là điểm vàng V, một điểm khác rất kém nhạy với ánh sáng gọi là điểm mù M.

2. Sự điều tiết. Điểm cực cận và điểm cực viễn

+ Khoảng cách từ quang tâm của thấu kính mắt đến võng mạc được coi là không đổi, chỉ có độ cong các mặt của thủy tinh thể là có thể thay đổi được để làm thay đổi độ tụ của thấu kính mắt. Nếu khoảng cách từ vật đến mắt thay đổi, thì muốn cho mắt nhìn rõ vật, tiêu cự của thấu kính mắt cần phải thay đổi sao cho ảnh của vật nằm trên võng mạc. Điều đó được thực hiện bằng cách thay đổi độ căng của cơ vòng, làm thay đổi độ cong các mặt thủy tinh thể.

+ Sự thay đổi độ cong các mặt của thủy tinh thể (dẫn đến sự thay đổi tiêu cự của thấu kính mắt) để giữ cho ảnh của vật cần quan sát hiện rõ trên võng mạc được gọi là sự điều tiết của mắt.

+ Điểm xa nhất trên trục của mắt mà vật đặt tại đó thì ảnh của vật nằm trên võng mạc gọi *là điểm cực viễn* (C_V). Đối với mắt không có tật, điểm cực viễn ở vô cực. Khi quan sát vật đặt ở điểm cực viễn, mắt không phải điều tiết.

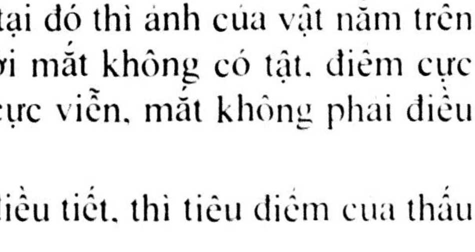
Vậy, *mắt không có tật* là mắt mà khi không điều tiết, thì tiêu điểm của thấu kính mắt nằm trên võng mạc.

+ Điểm gần nhất trên trục của mắt mà nếu vật đặt tại đó thì ảnh của vật nằm trên võng mạc được gọi là *điểm cực cận* (C_C). Khi nhìn vật ở điểm cực cận, thủy tinh thể căng phồng đến mức tối đa, tiêu cự của thấu kính mắt giảm đến mức nhỏ nhất. Khoảng cách từ điểm cực cận (C_C) đến mắt được gọi là *khoảng cực cận* của mắt và kí hiệu bằng chữ D.

+ Khoảng cách từ điểm cực cận (C_C) đến điểm cực viễn (C_V) gọi là *khoảng thấy rõ của mắt.*

3. Góc trông vật và năng suất phân li của mắt

+ Góc trông đoạn AB là góc α tạo bởi hai tia sáng xuất phát từ hai điểm A và B tới mắt. Nếu đoạn AB vuông góc với trục chính của mắt, ta có $\tan\alpha = \dfrac{AB}{l}$ (hình 1).



Hình 12. *Góc trông vật*

+ *năng suất phân li* là góc trông nhỏ nhất α_{min} khi nhìn đoạn AB mà mắt còn có thể phân biệt được hai điểm

A, B. Vậy muốn mắt phân biệt được A và B thì $\alpha \geq \alpha_{min}$.

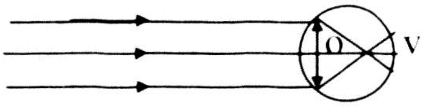
1. Mắt cận thị

a) Đặc điểm của mắt cận thị

Mắt cận thị là mắt nhìn xa kém hơn so với mắt bình thường. Điểm cực viễn (C_V) của mắt cận thị cách mắt một khoảng cách nhỏ (cỡ 2 m trở lại, khoảng cách này phụ thuộc vào mắt bị cận thị nặng hay nhẹ).

Khi không điều tiết, thấu kính mắt của mắt cận thị có tiêu điểm nằm trước võng mạc (hình 13)

Điểm cực cận (C_C) của mắt cận ở gần mắt hơn so với mắt bình thường.



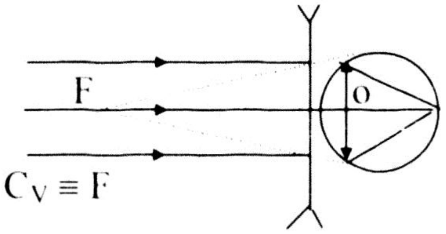
Hình 13 *Khi không điều tiết, thấu kính mắt của mắt cận có tiêu điểm nằm trước võng mạc*

b) Cách khắc phục tật cận thị

Để mắt cận thị có thể nhìn rõ được vật ở xa như mắt thường, thì phải làm thế nào cho ảnh của vật qua thấu kính hiện rõ trên võng mạc

Dùng một thấu kính phân kì có độ tụ thích hợp đeo trước mắt hay gắn nó sát giác mạc.

Thấu kính phân kì được chọn sao cho, nếu người cận thị đeo kính thì ảnh của vật ở xa vô cực hiện lên trong khoảng thấy rõ của mắt cận (tốt nhất là hiện lên tại điểm cực viễn của mắt để mắt cận nhìn rõ ảnh này mà không phải điều tiết). Phải chọn kính có tiêu cự f_k bằng khoảng cách từ quang tâm mắt đến điểm cực viễn.



Hình 14. *Kính được chọn phù hợp phải có tiêu cự f_k = - OC_V*

$f_k = - OC_V$

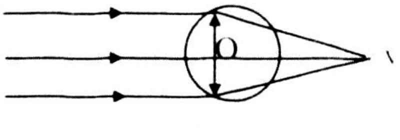
(dấu trừ ứng với thấu kính phân kì).

Khi đeo kính, điểm gần nhất nhìn thấy rõ sẽ ở xa hơn điểm cực cận khi không đeo kính.

2. Viễn thị

a) Đặc điểm của mắt viễn thị

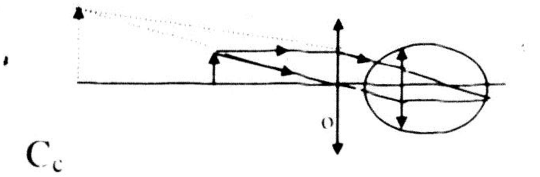
Mắt viễn thị là mắt nhìn gần kém hơn so với mắt bình thường. So với mắt bình thường, điểm cực cận (C_C) của mắt viễn thị nằm xa mắt hơn.



Hình 15. *Khi không điều tiết, thấu kính mắt của mắt viễn thị có tiêu điểm nằm sau võng mạc*

Khoảng cách này phụ thuộc vào mắt bị viễn thị nặng hay nhẹ.

Khi không điều tiết, thấu kính mắt của mắt viễn thị có tiêu điểm nằm sau võng mạc (hình 51.3). Khi nhìn vật ở vô cực, mắt viễn đã phải điều tiết.



Hình 16. *Kính được chọn phù hợp sẽ cho ảnh nằm ở điểm cực cận của mắt, khi vật được đặt gần mắt như ở mắt thường*

b) Cách khắc phục tật viễn thị

Để khắc phục tật viễn thị :

Dùng một thấu kính hội tụ có độ tụ thích hợp đeo trước mắt hay gắn sát giác mạc.

Cách dùng thấu kính hội tụ là đơn giản.

Cần chọn kính sao cho khi đeo kính, mắt viễn nhìn được vật ở gần như mắt không có tật. Điều đó có nghĩa là ảnh của vật tạo bởi kính nằm ở điểm cực cận của mắt viễn. Ảnh này là ảnh ảo đối với kính, nằm xa mắt hơn vật (hình 15).

Đeo kính như vậy thì khi mắt nhìn vật ở xa vô cực cũng đỡ phải điều tiết hơn (so với khi không đeo).

3. Lão thị

a) Đặc điểm

+ Con người khi tuổi cao tính đàn hồi của thủy tinh thể giảm, các cơ vòng không làm căng phồng thủy tinh thể lên như trước, do vậy điểm cực cận C_C xa mắt hơn so với người bình thường (lúc còn trẻ)

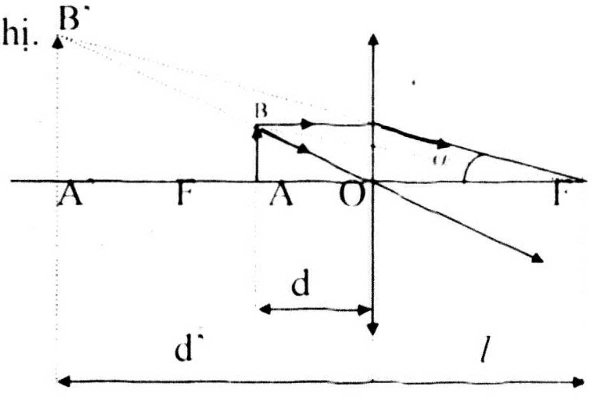
+ Mọi người khi về già đều có thể bị lão thị, kể cả người cận thị.

b) Cách khắc phục

+ Cách khắc phục giống như tật viễn thị.

IV. KÍNH LÚP

1. Kính lúp và công dụng



Hình 17. *Nhìn vật qua kính lúp*

Kính lúp là thấu kính hội tụ có tiêu cự nhỏ (cỡ vài centimét). Kính lúp bổ trợ cho mắt, có tác dụng làm tăng góc trông bằng cách tạo ra một ảnh ảo cùng chiều, lớn hơn vật.

Muốn tạo một ảnh ảo khi đó vật phải được đặt cách thấu kính một khoảng nhỏ hơn tiêu cự

2. Cách ngắm chừng ở điểm cực cận và cách ngắm chừng ở vô cực

Muốn quan sát rõ một vật qua kính, ta phải điều chỉnh vị trí của vật hoặc kính để sao cho ảnh của vật hiện trong khoảng thấy rõ của mắt. Cách quan sát và điều chỉnh như vậy gọi là *cách ngắm chừng*.

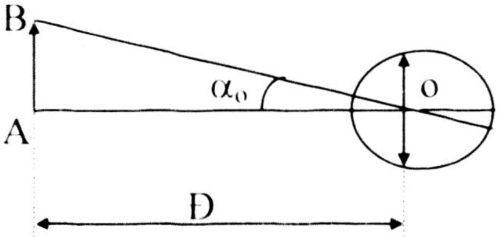
Khi ngắm chừng, nếu điều chỉnh kính sao cho ảnh hiện lên ở điểm cực cận (C_C) thì đó là *ngắm chừng ở điểm cực cận*. Để đỡ mỏi mắt, người ta thường điều chỉnh sao cho ảnh nằm ở điểm cực viễn (C_V). Cách đó được gọi là *ngắm chừng ở điểm cực viễn*. Khi điểm cực viễn ở vô cực ta có cách ngắm chừng ở vô cực.

3. Số bội giác của kính lúp (còn gọi là độ bội giác)

Đối với các dụng cụ quang học như kính lúp và kính hiển vi, tỉ số giữa góc trông ảnh qua dụng cụ quang học (α) với góc trông trực tiếp vật (α_0) khi vật đặt ở điểm cực cận của mắt được gọi là *số bội giác* (G):

$$\boxed{G = \frac{\alpha}{\alpha_0}} \qquad (11)$$

Vì các góc α và α_0 đều rất nhỏ, nên để dễ tính toán, có thể thay các góc bằng tan của chúng.



Hình 18. *Mắt nhìn vật trực tiếp dưới góc trông α_0*

$$G = \frac{\tan\alpha}{\tan\alpha_0} \qquad (12)$$

Với $\tan\alpha_0 = \dfrac{AB}{\text{Đ}}$

với Đ = OC_C là *khoảng thấy rõ ngắn nhất* của mắt (khoảng cách từ mắt đến điểm cực cận).

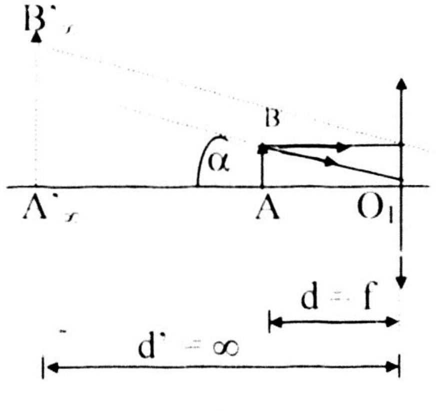
Nếu gọi l là khoảng cách từ mắt đến kính và d' là khoảng cách từ ảnh A'B' đến kính (d' < 0), thì ta có:

$$\tan\alpha = \frac{A'B'}{|d'| + l}$$

Do đó: $G = \dfrac{\tan\alpha}{\tan\alpha_0} = \left(\dfrac{A'B'}{AB}\right) \cdot \dfrac{\text{Đ}}{|d'| + l}$

$$\boxed{G = k . \frac{\text{Đ}}{|d'| + l}} \qquad (13)$$

k là số phóng đại cho bởi kính lúp.



Hình 19. *Khi mắt nhìn vật qua kính lúp, góc trông tăng lên nhiều lần*

Khi ngắm chừng ở điểm cực cận, ta có |d'| + l = Đ, do đó:

$$G_C = k \qquad (14)$$

Khi ngắm chừng ở vô cực, thì vật cần quan sát được đặt ở tiêu điểm vật của kính lúp, ảnh A'B' ở vô cực, các tia ló ra khỏi kính là các tia song song. Vì vậy, nếu đặt mắt ở bất kì vị trí nào sau kính thì góc trông ảnh A'B' luôn có giá trị không đổi là α, ta có:

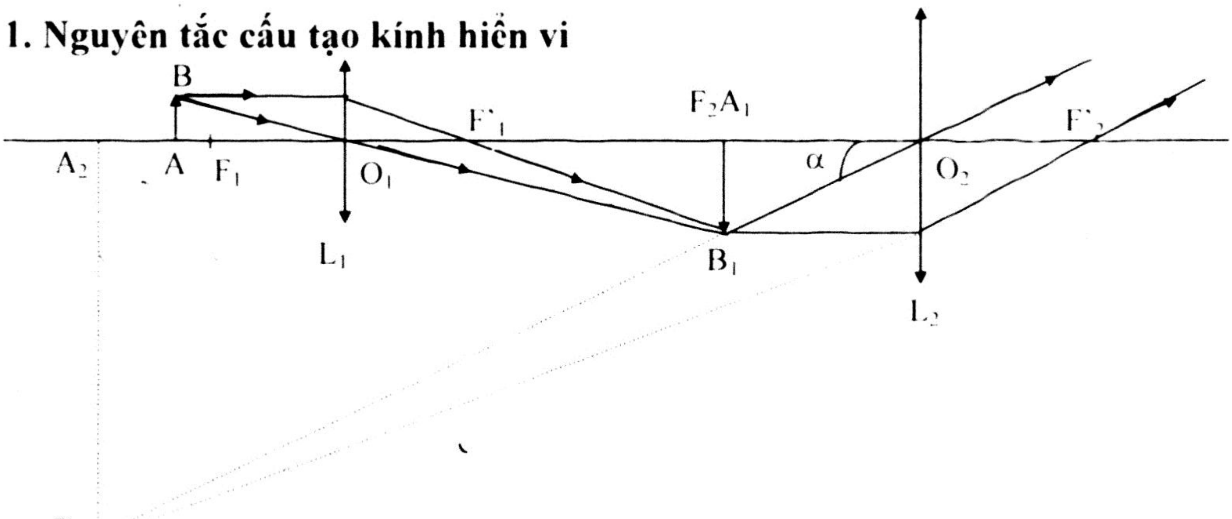
$$\tan\alpha = \frac{AB}{O_1F} = \frac{AB}{f} \ ;$$

suy ra: $\boxed{G_\infty = \frac{Đ}{f}}$ (15)

Khi ngắm chừng ở vô cực, mắt không phải điều tiết và số bội giác của kính không phụ thuộc vào vị trí đặt mắt (so với kính).

V. KÍNH HIỂN VI

1. Nguyên tắc cấu tạo kính hiển vi



Hình 20. *Sơ đồ kính hiển vi và sự tạo ảnh của vật qua kính hiển vi*

Để có góc trông ảnh của vật lớn hơn góc trông vật trực tiếp nhiều lần, người ta dùng một hệ gồm hai thấu kính hội tụ. Thấu kính thứ nhất cho ta ảnh thật của vật được phóng đại. Thấu kính thứ hai dùng làm kính lúp để quan sát ảnh này.

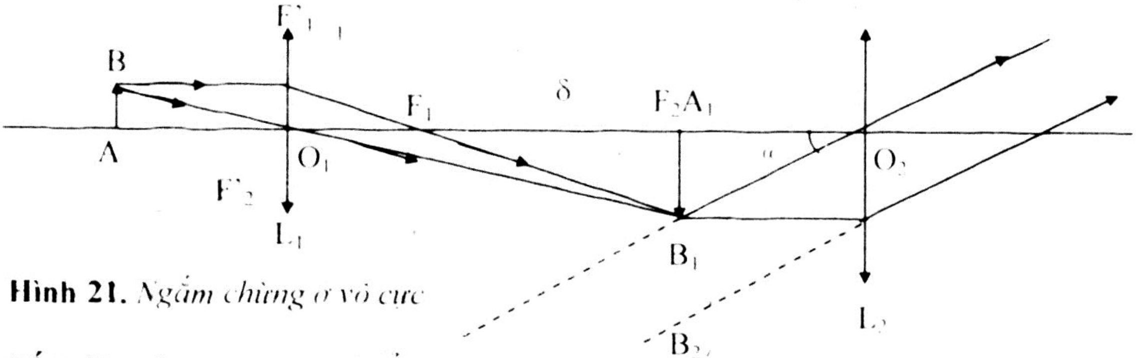
2. Cấu tạo và cách ngắm chừng

a) Cấu tạo

Kính hiển vi gồm hai bộ phận chính là *vật kính* (còn gọi là *kính vật*) và *thị kính* (còn gọi là *kính mắt*). Chúng được đặt đồng trục ở hai đầu của một ống hình trụ ; khoảng cách giữa chúng không đổi.

Vật kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự rất ngắn, khoảng vài milimet, dùng để tạo ra một ảnh thật, lớn hơn vật nhiều lần. Thị kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự vài centimet, được dùng như một kính lúp để quan sát ảnh thật nêu trên.

Để nhìn rõ ảnh A_2B_2, ta phải thay đổi khoảng cách d_1 giữa vật và vật kính sao cho ảnh này nằm trong khoảng thấy rõ của mắt. Khi đó, khoảng cách d_2 từ ảnh A_2B_2 đến thị kính cũng sẽ thay đổi. Để cho đỡ mỏi mắt, cần điều chỉnh để ngắm chừng ảnh A_2B_2 ở vô cực.



Hình 21. *Ngắm chừng ở vô cực*

3. Số bội giác của kính hiển vi

$$G = \frac{\alpha}{\alpha_0} \approx \frac{tg\alpha}{tg\alpha_0} = \frac{A_2B_2}{d'_2 + l}\,\frac{D}{AB}$$

Do đó $G = k_1G_2$, trong đó G_2 là độ bội giác của thị kính.

+ Độ bội giác G_∞ khi ngắm chừng ở vô cực

Ta có: $$\frac{A_1B_1}{AB} = \frac{A_1B_1}{O_1I} = \frac{F'_1F_2}{O_1F'_1} = \frac{\delta}{f_1}$$

với $\delta = F_1F_2$. Khoảng cách δ từ tiêu điểm ảnh của vật kính đến tiêu điểm vật của thị kính gọi là *độ dài quang học của kính hiển vi.*

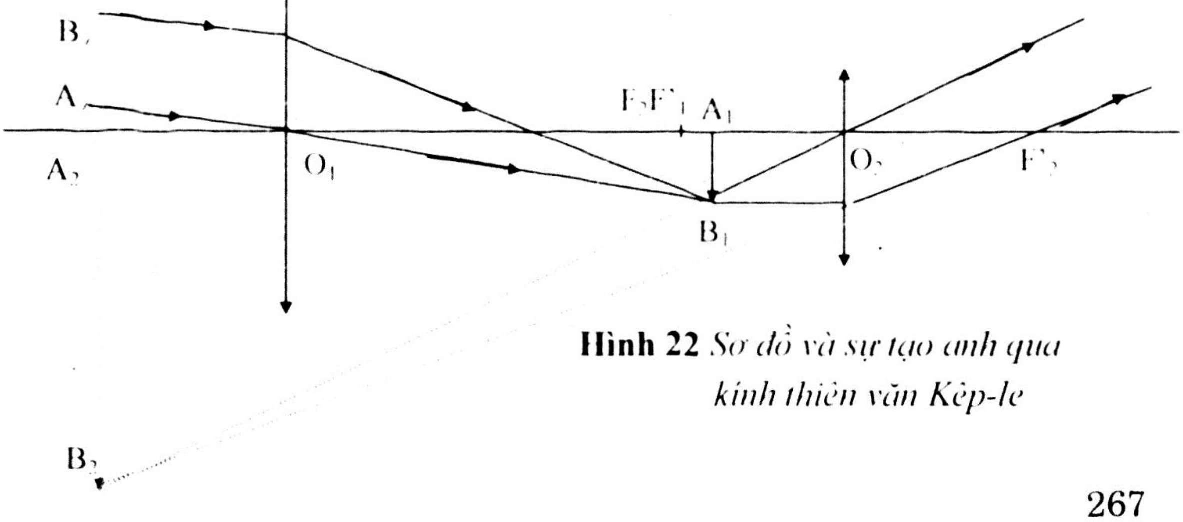
Vậy: $$\boxed{G_\infty = \frac{\delta.D}{f_1.f_2}} \qquad (16)$$

VI. KÍNH THIÊN VĂN

1. Nguyên tắc cấu tạo của kính thiên văn

Khi nhìn thiên thể ở xa, muốn tăng góc trông thì trước hết nhờ linh kiện quang học thứ nhất tạo được một ảnh thật của vật ở vị trí gần. Sau đó nhìn ảnh này qua linh kiện quang học thứ hai để thấy ảnh cuối cùng dưới một góc trông lớn hơn.

Kính thiên văn là dụng cụ quang học bổ trợ cho mắt, quan sát các vật ở rất xa bằng cách tạo ảnh có góc trông lớn hơn góc trông vật nhiều lần. Kính thiên văn trong đó người ta dùng thấu kính để nhận ánh sáng từ thiên thể gọi là kính thiên văn khúc xạ, nếu dùng gương cầu gọi là kính phản xạ.

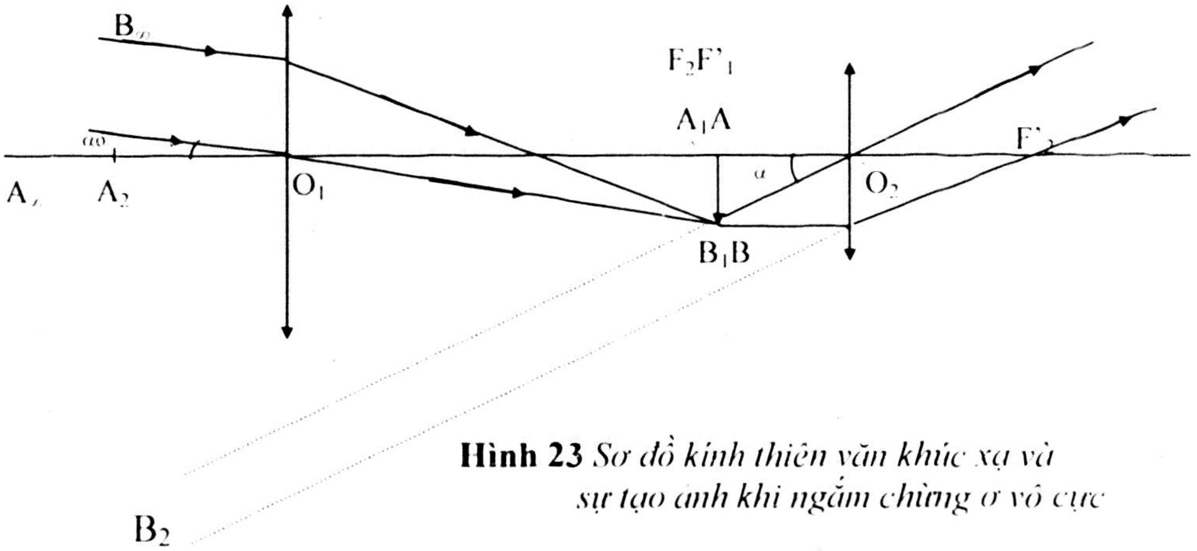


Hình 22 *Sơ đồ và sự tạo ảnh qua kính thiên văn Kép-le*

2. Cấu tạo và cách ngắm chừng

a) Kính thiên văn khúc xạ

Bộ phận chủ yếu của kính thiên văn khúc xạ thường dùng gồm hai thấu kính hội tụ. *Vật kính* có tiêu cự lớn. *Thị kính* có tiêu cự nhỏ. Hai kính được lắp đồng trục ở hai đầu của một ống hình trụ. Khoảng cách giữa chúng có thể thay đổi được.



Hình 23 *Sơ đồ kính thiên văn khúc xạ và sự tạo ảnh khi ngắm chừng ở vô cực*

3. Số bội giác của kính thiên văn

Trong trường hợp ngắm chừng ở vô cực, α (góc trông ảnh cuối cùng qua kính) là góc $A_1O_2B_1$, còn α_0 (góc trông vật AB khi không dùng kính) bằng góc $A_1O_1B_1$. Do đó:

$$\tan\alpha = \frac{A_1B_1}{f_2}, \text{ còn } \tan\alpha_0 = \frac{A_1B_1}{f_1}$$

Số bội giác có giá trị: $$G_\infty = \frac{\tan\alpha}{\tan\alpha_0} = \frac{f_1}{f_2} \qquad (17)$$

B. BÀI TẬP TỰ LUẬN

I. LĂNG KÍNH

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 1.1. Khảo sát đường đi của tia sáng qua lăng kính trong hai trường hợp sau:

a) Lăng kính có góc ở đỉnh là $A = 50^0$, chiết suất $n = \sqrt{2}$ ở trong nước có chiết suất $n' = \frac{4}{3}$, góc tới là $i = 45^0$.

b) Lăng kính đặt trong không khí có góc ở đỉnh $A = 75^0$, góc $C = 60^0$, chiết suất $n = 1{,}5$, góc tới của tia sáng là $i = 30^0$. Tia tới đến mặt AB của lăng kính.

Giải: a) Xét sự khúc xạ tại I (hình 1.1G):

$n'\sin i = n\sin r \Rightarrow \sin r = 0,6667$

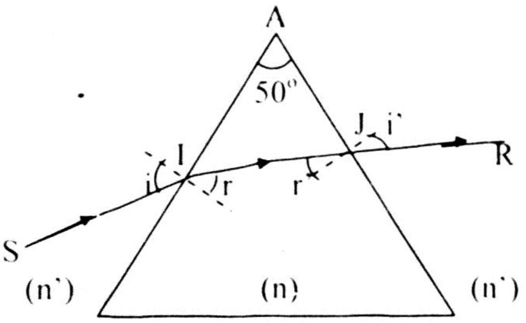
Suy ra: $r = 41^{o}48'$, $r' = 8^{o}12'$.

Xét sự khúc xạ tại J:

$n\sin r' = n'\sin i' \Rightarrow i' = 8^{o}42'$.

Góc lệch của tia sáng qua lăng kính

$D = i + i' - A = 3^{o}42'$.



Hình 1.1G

b) Tại I, ta có $\sin i = n\sin r$

$\Rightarrow \sin r = 0,3333$, $r = 19^{o}30'$.

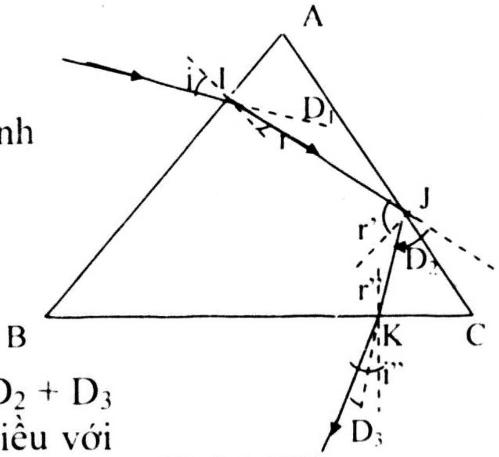
Suy ra $r' = 55^{o}30' > \tau\ (41^{o}42')$.

Vậy tia sáng phản xạ toàn phần tại J (hình 1.1GB) tới mặt BC tại K với góc tới là:

$r'' = 4^{o}30'$

Suy ra $\sin i'' = s\text{nin}r'' = 0,1178$

$i'' = 6^{o}45$



Hình 1.1GB

Góc lệch làm bởi tia ló và tia tới $D = D_1 + D_2 + D_3$ (các góc lệch D_1, D_2, D_3 tại I, J, K cùng chiều với nhau nên D là tổng của các độ lệch trên).

Trong đó: $D_1 = i - r = 10^{o}30'$,

$D_2 = 180^{o} - 2r' = 69$,

$D_3 = i'' - r'' = 2^{o}15'$.

Suy ra $D = 81^{o}45'$.

Bài 1.2. Lăng kính có góc chiết quang A và chiết suất $n = \sqrt{3}$. Khi ở trong không khí thì góc lệch có giá trị cực tiểu $D_{min} = A$. Giá trị của A là bao nhiêu?

Giải: Điều kiện góc lệch cực tiểu khi: $i = i'$; $r = r' = \frac{A}{2}$:

$D = D_{min} = 2i - A = A \Rightarrow i = A$

Mà: $\sin i = n\sin r \Rightarrow \sin A = \sqrt{3}\sin\frac{A}{2}$

$$2\sin\frac{A}{2}\cos\frac{A}{2} = \sqrt{3}\sin\frac{A}{2}$$

$$\cos\frac{A}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \frac{A}{2} = 30^{o} \Leftrightarrow A = 60^{o}.$$

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 1.3. Lăng kính có góc ở đỉnh là 60^{o}. Chùm sáng song song qua lăng kính có độ lệch cực tiểu là $D_m = 42^{o}$. Hãy tìm góc tới và chiết suất của lăng kính.

Bài 1.4. Một lăng kính tam giác đều ABC, chiết suất $n = 1,5576$. Chiếu một tia tới SI song song với cạnh BC. Điều kiện nào về góc tới để luôn luôn có phản xạ toàn phần trên mặt AC?

Bài 1.5. Một lăng kính có chiết suất n, góc chiết quang A. Khi chiếu một tia tới nằm trong tiết diện thẳng của lăng kính vào mặt bên với góc tới $i = 40^o$ thì góc lệch là $D = D_{min} = 20^o$. Chiết suất n của chất làm lăng kính là bao nhiêu?

Bài 1.6 Một lăng kính bằng thủy tinh chiết suất $n = \sqrt{2}$, tiết diện thẳng là một tam giác đều ABC. Chiếu một tia sáng nằm trong tiết diện thẳng tới mặt bên AB sao cho tia ló ở mặt bên AC có góc ló là 45^o. Góc lệch giữa tia ló và tia tới là bao nhiêu?

Bài 1.7. Một lăng kính thủy tinh có chiết suất $n = 1,5$; tiết diện chính là một tam giác đều, được đặt trong không khí.

a) Tính góc lệch của tia sáng qua lăng kính khi góc tới là 30^o.

b) Vẽ đường đi tia sáng và tính góc mà tia ló hợp với tia tới trong trường hợp tia tới vuông góc với mặt bên của lăng kính.

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 1.3. Giải: Đường đi của tia sáng đối xứng qua mặt phân giác của góc ở đỉnh.

Ta có $r = \frac{1}{2}A = 30^o$, $D_m = 2i - A \Rightarrow i = 51^o$

Từ công thức $\sin i = n \sin r$, suy ra $n = 1,55$.

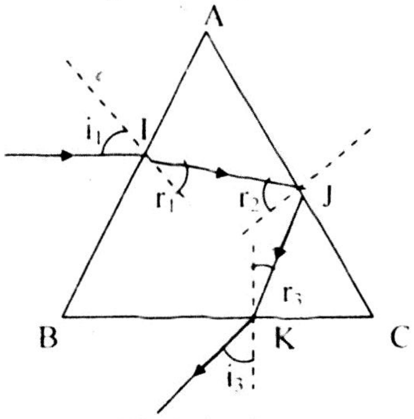
Bài 1.4. Giải. Từ hình vẽ hình 1.4G, ta thấy: SI // BC nên góc tới $i_1 = 30^o$. Để có phản xạ toàn phần tại J thì:

$\sin r_2 \geq \sin i_{gh} = \frac{1}{n}$.

Suy ra: $\sin r_1 \leq \sin(A - i_{gh})$.

Hay: $\sin i_1 \leq n.\sin(A - i_{gh})$

Thay số: $i_1 \leq 32^o$.



Hình 1.4G

Bài 1.5. Giải. Ta có $\sin\frac{20 + A}{2} = n \sin\frac{A}{2}$

Khi này $i_1 = i_2 = 40^o$

nên $D = 2i - A \Leftrightarrow 20^o = 80^o - A$

$A = 60^o$

Suy ra: $\sin\frac{20 + 60}{2} = n \sin 30^o$

$n = \frac{\sin 40^o}{\sin 30^o} = 1,2855 \approx 1,29$

Bài 1.6. Giải. Ta có $i'_2 = 45^o \rightarrow \sin i_2 = n\sin r_2 \Rightarrow \sin r_2 = \frac{\sin i_2}{n} = \frac{\sqrt{2}}{2}\cdot\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2}$

$\sin r_2 = \frac{1}{2} \Leftrightarrow r_2 = 30^o$

Vì $A = r_1 + r_2 = 60^o \Leftrightarrow r_1 = 30^o$

$\Rightarrow i_1 = 45^o$

Góc lệch $D = i_1 + i_2 - A = 45^o + 45^o - 60^o = 30^o$

Bài 1.7. Giải a) $i_1 = 30^o$.=> Áp dụng các công thức cơ bản của lăng kính, tính được $D = 47^o10'$.

b) Tia sáng bị phản xạ toàn phần tại mặt bên thứ hai, ló ra ở đáy lăng kính: $D' = 60^o$

II. THẤU KÍNH MỎNG

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 2.1. Một thấu kính có chiết suất n = 1,5 giới hạn bởi một mặt lồi có bán kính 7,5 cm và một mặt cầu. Một vật sáng cách thấu kính 30 cm được thấu kính cho ảnh rõ trên màn cách thấu kính 60 cm. Tìm bán kính mặt cầu thứ hai.

Giải:

– Tiêu cự của thấu kính cho bởi:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{30} + \frac{1}{60} = \frac{3}{60} = \frac{1}{20} \Rightarrow f = 20 \text{ cm}$$

– Bán kính mặt lồi là $R_1 = +7,5$ cm; bán kính R_2 của mặt thứ hai cho bởi:

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \Rightarrow \frac{1}{20} = (1,5-1)\left(\frac{1}{7,5} + \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{7,5} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{10} \Rightarrow \frac{1}{R_2} = \frac{1}{10} - \frac{1}{7,5} = \frac{-2,5}{7,5} \Rightarrow R_2 = -30 \text{ cm}$$

Vậy mặt cầu thứ hai là mặt lõm có bán kính 30 cm.

Bài 2.2. Cho một thấu kính L có độ tụ D = 5 điôp. Xác định vị trí, tính chất và độ lớn ảnh của một vật AB cao 2 cm, vuông góc với trục chính, trong các trường hợp sau:

a) AB là vật thật, cách L là 30 cm. b) AB là vật thật, cách L là 10 cm.

Giải: Tiêu cự thấu kính: $f = \frac{1}{D} = \frac{1}{5}$ m = 20 cm

a) Vật cách L là d = 30 cm.

Ảnh cách L: $d' = \frac{df}{d-f} = 60$ cm > 0: ảnh thật ở sau L.

Số phóng đại: $k = -\dfrac{d'}{d} = -2$: ảnh ngược chiều với vật.

Độ lớn của ảnh A'B' = |k|AB = 4cm.

b) d = 10 cm.

Suy ra $d' = \dfrac{df}{d - f} = -20\text{cm} < 0$: ảnh ảo, ở trước thấu kính.

$k = -\dfrac{d'}{d} = 2$: ảnh cùng chiều với vật.

A'B' = 4 cm.

Bài 2.3. Vật AB được kính phân kì có tiêu cự 30 cm cho ảnh A'B' = 3 AB. Tìm vị trí và tính chất của vật.

Giải

a. Trường hợp cho ảnh ảo cùng chiều

Trị tuyệt đối của độ phóng đại là |k| = 3

Tiêu cự của thấu kính là f = – 30 cm

Ta có hệ phương trình: $-\dfrac{d'}{d} = \pm 3$ (1)

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{-30} \quad (2)$$

Trường hợp này ta có: $-\dfrac{d'}{d} = 3 \Rightarrow d' = -3d$ (1')

Thay vào (2) ta được: $\dfrac{1}{d} - \dfrac{1}{3d} = \dfrac{1}{-30} \Rightarrow d = -20$ cm và d' = 60 cm

Vật ảo cách thấu kính 20 cm có ảnh thật cách thấu kính 60 cm.

b. Trường hợp cho ảnh ngược chiều ta có:

$-\dfrac{d'}{d} = -3 \Rightarrow d' = 3d$ (1)

Thay vào (2) ta được: $\dfrac{1}{d} + \dfrac{1}{3d} = \dfrac{1}{-30} \Rightarrow d = -40$ cm và d' = – 120 cm

Vật ảo cách thấu kính 40 cm có ảnh ảo cách thấu kính 120 cm.

Bài 2.4. Vật AB được thấu kính hội tụ có tiêu cự f = 20 cm cho ảnh A'B' cách vật 10 cm. Tìm vị trí vật và ảnh.

Giải:

Ta có hệ phương trình: $d + d' = \pm 10$ (1)

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{20} \quad (2)$$

Trường hợp 1:

$d + d' = 10\ (1) \Rightarrow d' = 10 - d$

Thay vào (2) ta được:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{10 - d} = \frac{1}{20} \Rightarrow d^2 - 10\,d + 200 = 0 \text{ (vô nghiệm)}$$

Trường hợp 2:

$d + d' = -10\ (1) \Rightarrow d' = -10 - d = -(d + 10)$

Thay vào (2) ta được:

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{d + 10} = \frac{1}{20} \Rightarrow d^2 + 10\,d - 200 = 0\ d_1 = 10 \text{ cm}$$

$$d_2 = -20 \text{ cm}$$

$d_1 = 10$ cm $\Rightarrow d'_1 = -20$ cm: Vật thật AB cách thấu kính 10 cm cho ảnh ảo A'B' cách thấu kính 20 cm.

$d_2 = -20$ cm $\Rightarrow d'_2 = 10$ cm: Vật ảo AB cách thấu kính 20 cm cho ảnh thật A'B' cách thấu kính 10 cm.

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

BÀI TOÁN VỀ TỤ SỐ VÀ ĐỘ PHÓNG ĐẠI

Bài 2.5. Một thấu kính hai mặt lồi bằng thủy tinh có chiết suất n = 1.5 đặt trong không khí có tụ số 8 điốp. Nhúng thấu kính vào một chất lỏng nó trở thành thấu kính phân kì có tiêu cự 1 m. Tìm chiết suất n' của chất lỏng.

Bài 2.6. Thủy tinh làm thấu kính có chiết suất n = 1,5.

a. Hãy tính tiêu cự của thấu kính 2 mặt lồi bán kính 10 cm và 30 cm.

b. Hãy tính tiêu cự của thấu kính có một mặt lồi bán kính 10 cm và một mặt lõm bán kính 30 cm.

Bài 2.7. Vật sáng AB cao 2cm được thấu kính hội tụ có tiêu cự f = 20 cm cho ảnh A'B' cao 4cm. Tìm vị trí của vật và ảnh.

Bài 2.8. Vật thật AB = 2 cm, được đặt trên trục chính và thẳng góc trục chính của một thấu kính hội tụ tiêu cự 20 cm và cách thấu kính một đoạn d. Xác định tính chất, vị trí, độ lớn, chiều của ảnh và vẽ ảnh trong các trường hợp d = 30 cm và d = 10 cm.

Bài 2.9. Thấu kính hội tụ có tiêu cự 30 cm. Vật sáng AB đặt trên trục chính và vuông góc với trục chính cho ảnh thật lớn gấp 2 lần vật. Hãy xác định vị trí của vật và của ảnh.

Bài 2.10. Chiếu một chùm sáng hội tụ tới một thấu kính L. Cho biết chùm tia ló song song với trục chính của L.

a) L là thấu kính loại gì?

b) Điểm hội tụ của chùm sáng tới là một điểm ảo, cách L là 25cm. Tìm tiêu cự và độ tụ của L.

c) Đặt vật AB = 2cm vuông góc với trục chính và cách L 40cm. Xác định ảnh của AB.

Bài toán về khoảng cách vật ảnh

Bài 2.11. Vật thật AB vuông góc trục chính của thấu kính phân kì có tiêu cự f = –30 cm cho ảnh cách vật 15 cm. Xác định vị trí, tính chất của ảnh.

Bài 2.12. Một thấu kính hội tụ có tiêu cự f = 10 cm cho ảnh rõ của vật sáng AB = 2 cm trên màn cách vật 45 cm.

a. Vị trí của thấu kính b. Tính độ dài của ảnh

Bài 2.13. Chứng minh rằng khoảng cách ngắn nhất từ vật thật đến ảnh thật cho bởi thấu kính hội tụ bằng 4 lần tiêu cự của thấu kính.

Bài 2.14. Một thấu kính hội tụ đặt trong khoảng giữa một vật sáng và một màn ảnh. Khoảng cách giữa vật và màn là L. Có hai vị trí của thấu kính cách nhau một khoảng *l* cùng cho ảnh rõ của vật trên màn. Chứng minh rằng tiêu cự của thấu kính được tính bởi công thức:

$$f = \frac{L^2 - l^2}{4L}$$ (Phương pháp Bessel)

Bài 2.15. Một thấu kính hội tụ có tiêu cự 6cm, vật sáng AB đặt trên trục chính và thẳng góc trục chính có ảnh thật A'B' cách vật 25cm. Hãy xác định vị trí của vật và ảnh

Bài 2.16. Một điểm sáng A trên trục chính của một thấu kính cho ảnh thật A'.Nếu biết A xa thấu kính gấp 4 lần A' và AA' = 125 cm, xác định tiêu cự của thấu kính.

Bài toán về sự dịch chuyển vật, ảnh

Bài 2.17. Một thấu kính hội tụ có độ tụ 5 điốp. Điểm sáng S ở trên trục chính có ảnh thật S'. Khi S vào gần thấu kính thêm 5 cm thì ảnh S' dời 40 cm và vẫn là ảnh thật. Tìm vị trí của S và S'.

Bài 2.18. Vật thật AB được thấu kính phân kì cho ảnh A'B' nhỏ hơn vật 3 lần. Khi dịch chuyển vật xa thấu kính thêm 30 cm thì ảnh dời được 2,5 cm. Tìm tiêu cự của thấu kính.

Bài 2.19. Đặt một vật phẳng nhỏ AB trước một thấu kính phân kì ta thu được ảnh A'B'. Nếu dịch chuyển vật ra xa thấu kính thêm 30 cm thì ảnh dịch chuyển 1cm. Ảnh lúc đầu cao bằng 1,2 lần ảnh lúc sau. Tiêu cự của thấu kính là bao nhiêu?

Bài 2.20. Đặt vật sáng ở A trên trục chính của một thấu kính ta được ảnh ở B. Đặt vật ở B ta lại được ảnh ở C. Biết AB = 16 cm và AC = 32 cm. Tìm tiêu cự của thấu kính.

Bài 2.21. Một điểm sáng A đặt trên trục chính của một thấu kính hội tụ, độ lớn tiêu cự 12 cm, cho ảnh thật A'. Khi dời A lại gần thấu kính 6 cm thì A' dời đi 2 cm. Xác định vị trí của vật và ảnh trước cũng như sau khi dịch chuyển.

Bài 2.22 Thấu kính hội tụ có tiêu cự 5 cm. A là điểm vật thật trên trục chính, cách thấu kính 10 cm. A' là ảnh của A.

a) Tính khoảng cách AA'. Chứng tỏ rằng, đây là khoảng cách ngắn nhất từ A tới ảnh thật của nó tạo bởi thấu kính.

b) Giữ vật cố định và tịnh tiến thấu kính theo một chiều nhất định. Ảnh chuyển động ra sao?

Bài 2.23. Một vật phẳng nhỏ AB đặt trước 1 thấu kính O cho một ảnh rõ nét trên màn E. Dịch chuyển vật 2 cm lại gần thấu kính. Phải dịch chuyển màn E một khoảng 30 cm mới lại thu được ảnh rõ nét của AB. Ảnh này lớn bằng $\frac{5}{3}$ ảnh trước.

a) Thấu kính O là thấu kính gì? Màn ảnh E dịch chuyển theo chiều nào.

b) Tính tiêu cự của thấu kính và độ phóng đại của ảnh trong hai trường hợp.

Bài 2.24. Vật sáng nhỏ AB vuông góc với trục chính của TK hội tụ có tiêu cự $f = 20$ cm cho ảnh thật lớn hơn vật cách vật 90 cm.

a) Tìm vị trí vật và ảnh.

b) Thấu kính cố định, dịch chuyển vật xa TK, hỏi ảnh dịch chuyển thế nào?

c) Vật cố định, dịch chuyển TK xa vật, hỏi ảnh dịch chuyển thế nào?

Bài 2.25. Cho TK hội tụ có $f = 60$ cm. Điểm sáng S trên trục chính cách TK 120 cm. Cho S chuyển động đều trên trục chính về phía TK với vận tốc $v_1 = 5$ cm/s. Tìm vị trí và vận tốc của ảnh sau 6 giây.

Bài toán về hệ các thấu kính

Bài 2.26. Cho hai thấu kính hội tụ L_1, L_2 lần lượt có các tiêu cự 20cm và 25cm, đồng trục, cách nhau một khoảng a = 80cm. Vật AB = 2cm, vuông góc với trục, ở trước hệ hai thấu kính và cách L_1 là 30cm (L_1 ở trước L_2).

a) Xác định các ảnh cho bởi hệ. b) Làm lại câu trên nếu để L_2 sát với L_1.

Bài 2.27. Cho thấu kính L_1 có độ tụ $D_1 = 4$ điôp, thấu kính L_2 có độ tụ $D_2 = -4$ điôp, ghép đồng trục, cách nhau 60cm.

a) Điểm sáng S ở trên trục của hệ, cách L_1 là 50cm. Ánh sáng qua L_1 rồi qua L_2. Xác định vị trí, tính chất của ảnh cho bởi hệ.

b) Tìm khoảng cách giữa L_1, L_2 để chùm tia ló ra khỏi hệ là chùm tia song song.

Bài 2.28. Một thấu kính hội tụ L_1 có tiêu cự $f_1 = 20$ cm được ghép sát với một thấu kính L_2. Hướng hệ thống về mặt trời ta thu được một vệt sáng tròn rõ nhất có đường kính 9,6 mm trên một màn đặt ở sau hệ. Tìm tiêu cự của L_2 biết góc trông của mặt trời là $\alpha = 32'$ (Cho $1' = 3.10^{-4}$ rad).

Bài 2.29. Có hai thấu kính L_1, L_2 được đặt đồng trục. Các tiêu cự lần lượt là $f_1 = 15$ cm, $f_2 = -15$cm. Vật AB được đặt trên trục chính, vuông góc với trục chính và ở trong khoảng giữa hai quang tâm O_1, O_2. Cho $O_1O_2 = l = 40$ cm.

Bài 2.30. Cho một hệ gồm hai thấu kính L_1 và L_2 đồng trục. Các tiêu cự lần lượt là: $f_1 = 20$cm ; $f_2 = -10$ cm. Khoảng cách giữa hai quang tâm $O_1O_2 = a = 30$ cm. Vật phẳng nhỏ AB đặt trên trục chính, vuông góc với trục chính và ở trước L_1, cách L_1 là 20 cm.

a) Xác định ảnh sau cùng của vật, vẽ ảnh.

b) Tìm vị trí phải đặt vật và vị trí của ảnh sau cùng biết rằng ảnh này là ảo và bằng hai lần vật.

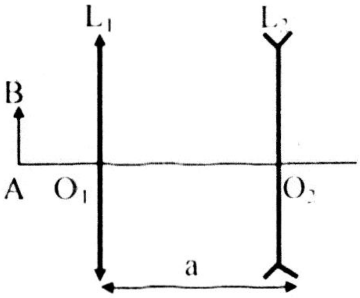
Bài 2.31. Cho hệ quang học như hình 2.31:

$f_1 = 30$ cm ; $f_2 = -10$ cm ; $O_1O_2 = a$.

a) Cho $AO_1 = 36$ cm, hãy:

– Xác định ảnh cuối cùng A'B' của AB tạo bởi hệ với a = 70 cm.

– Tìm giá trị của a để A'B' là ảnh thật.



Hình 2.31

b) Với giá trị nào của a thì số phóng đại ảnh cuối cùng A'B' tạo bởi hệ thấu kính không phụ thuộc vào vị trí của vật?

Bài toán vẽ ảnh

Bài 2.32. Trong các hình sau đây xy là trục chính của thấu kính. S là điểm vật thật, S' là điểm ảnh. Với mỗi trường hợp hãy xác định:

a) S' là ảnh gì?

b) Thấu kính thuộc loại nào?

c) Các tiêu điểm chính bằng phép vẽ, nêu cách vẽ.

Bài 2.33. Trong các hình sau đây xy là trục chính của thấu kính. AB là vật thật, A'B' là ảnh. Với mỗi trường hợp hãy xác định:

a) A'B' là ảnh gì?

b) Thấu kính thuộc loại nào?

c) Các tiêu điểm chính bằng phép vẽ. Nêu cách vẽ.

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài toán về tụ số và độ phóng đại

Bài 2.5. Giải

– Tụ số trong không khí: $D = (n - 1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$ (1)

– Tụ số trong chất lỏng: $D' = \left(\frac{n}{n'} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$ (2)

Lập tỉ số ta được: $\frac{D}{D'} = \frac{n - 1}{\frac{n}{n'} - 1}$

Với D = 8 điốp: $D' = \frac{1}{f'} = \frac{1}{-1} = -1$ điốp

Suy ra: $\frac{n - 1}{\frac{n}{n'} - 1} = -8$ $\Rightarrow$ $n' = 1{,}6$.

Bài 2.6. Giải:

a) Tiêu cự của thấu kính hai mặt lồi:

Ta có công thức: $\frac{1}{f} = (n - 1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$

với $n = 1{,}5$, $R_1 = 10$ cm, $R_2 = 30$ cm

Do đó: $\frac{1}{f} = (1{,}5 - 1)\left(\frac{1}{10} + \frac{1}{30}\right) = \frac{1}{15}$

Suy ra: f = 15 cm

b) Tiêu cự của thấu kính một mặt lồi, một mặt lõm:

Ta có công thức: $\frac{1}{f} = (n - 1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$

với $n = 1{,}5$, $R_1 = 10$ cm, $R_2 = -30$ cm

Do đó: $\frac{1}{f} = (1{,}5 - 1)\left(\frac{1}{10} - \frac{1}{30}\right) = \frac{1}{30}$ Suy ra: f = 30 cm

Bài 2.7. Giải:

a. Trường hợp cho ảnh ảo:

Độ phóng đại có trị tuyệt đối $|k| = \frac{A'B'}{AB} = 2$

Ta có hệ phương trình: $-\frac{d'}{d} = \pm 2$ (1)

$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{20}$ (2)

Trường hợp này ảnh và vật cùng chiều:

$$-\frac{d'}{d} = 2 \Rightarrow d' = -2d \qquad (1)$$

Thay vào (2) ta được: $\frac{1}{d} - \frac{1}{2d} = \frac{1}{20} \Rightarrow d = 10\text{ cm} \Rightarrow d' = -20\text{ cm}$

Vật cách thấu kính 10 cm có ảnh ảo cách thấu kính 20 cm

b) Trường hợp cho ảnh thật:

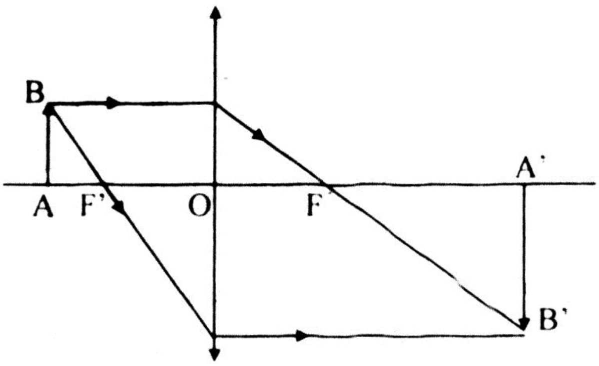
Trường hợp này ảnh và vật ngược chiều: $-\frac{d'}{d} = -2 \Rightarrow d' = 2d$

Thay vào (2) ta được: $\frac{1}{d} + \frac{1}{2d} = \frac{1}{20} \Rightarrow d = 30\text{ cm} \Rightarrow d' = 60\text{ cm}$.

Vật cách thấu kính 30 cm có ảnh thật cách thấu kính 60 cm.

Bài 2.8. Giải:

a) Xét vật thật d = 30 cm



Xác định tính chất, vị trí của ảnh

Ta có: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{d}$

Suy ra: $d' = \frac{df}{d-f} = \frac{30.20}{30-20} = 60\text{ cm}$

Vậy: ảnh thật cách thấu kính 60 cm.

** Chiều và độ lớn của ảnh:*

Ta có độ phóng đại: $k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{d'}{d} = -\frac{60}{30} = -2$

Suy ra độ lớn của ảnh A'B' = 2.AB = 4 cm

Vậy: ảnh ngược chiều vật, độ lớn của ảnh A'B' = 4 cm.

b) Xét vật thật: d = 10 cm.

Xác định tính chất, vị trí của ảnh:

Ta có công thức vị trí: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{d}$

Suy ra: $d' = \frac{df}{d-f} = \frac{10.(20)}{10-20} = -20\text{ cm}$

Vậy: ảnh ảo, cách thấu kính 20 cm

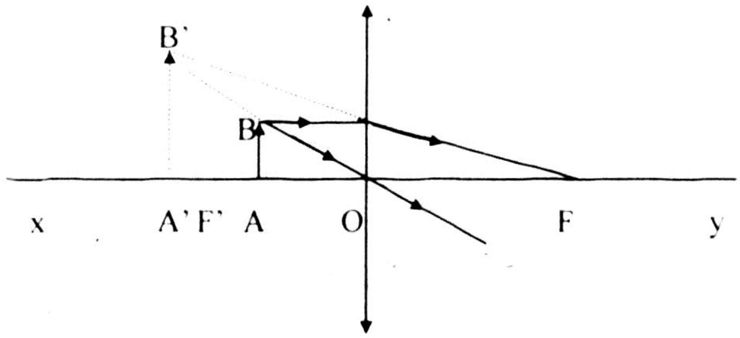
Chiều và độ lớn của ảnh:

– Ta có công thức độ phóng đại: $k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{d'}{d} = -\frac{(20)}{10} = 2$

Suy ra độ lớn của ảnh A'B' = 2.AB = 4 cm

Vậy: ảnh cùng chiều vật, độ lớn của ảnh A'B' = 4 cm.

– Vẽ ảnh:



Bài 2.9. Giải: Ta có công thức vị trí: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{d}$.

Suy ra $\frac{d'}{d} = \frac{f}{d - f}$ (1)

Và $k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{d'}{d} = -2$ (2)

(vì ảnh, vật cùng tính chất)

Từ (1) và (2); ta có $\frac{f}{d - f} = 2$

Suy ra $2d - 2f = f$

Do đó: $d = \frac{3f}{2}$ với f = 30 cm

Nên $d = \frac{3.30}{2} = 45$ cn

và $\frac{d'}{d} = 2$ suy ra d' = 2d = 2.45 = 90 cm

Vậy: vị trí vật thật cách thấu kính 45 cm cho ảnh thật cách thấu kính 90 cm.

Bài 2.10. Giải: a) Thấu kính phân kì, điểm hội tụ chính là tiêu điểm.

b) f = –25 cm = –0,25 m

$D = \frac{1}{f} = -4$ điôp

c) d = 40 cm.

$d' = \frac{df}{d - f} = -15{,}4$ cm < 0: ảnh ảo, ở trước L

$A'B' = |k|AB = \left|\frac{d'}{d}\right|AB = \frac{15{,}4}{40}.2 = \frac{10}{13}$ cm.

GIẢI BÀI TOÁN VỀ KHOẢNG CÁCH VẬT, ẢNH

Bài 2.11. Giải:

Ta có hệ phương trình: $d + d' = \pm 15$ (1)

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{-30} \quad (2)$$

Trường hợp I: $d + d' = 15$ (1) $\Rightarrow d' = 15 - d$

Thay vào (2) ta được: $\frac{1}{d} + \frac{1}{15 - d} = \frac{1}{-30} \Rightarrow d^2 - 15d - 450 = 0$

$\Delta = b^2 - 4ac = 2025 = (45^2) \Rightarrow d_1 = 30$ cm và $d_2 = -15$ cm

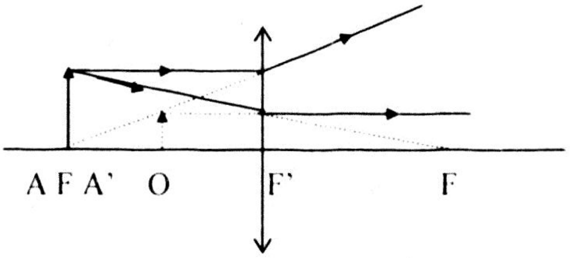
$d_1 = 30$ cm $\Rightarrow d'_1 = -15$ cm: vật thật cách thấu kính 30 cm cho ảnh ảo cách thấu kính 15 cm.

$d_2 = -15$ cm $\Rightarrow d'_2 = 30$ cm: vật ảo cách thấu kính 15 cm cho ảnh thật cách thấu kính 30 cm.

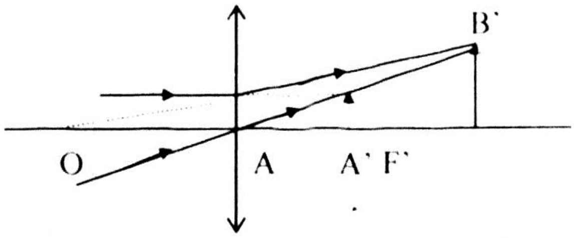
Trường hợp II:

$d + d' = -15$ (1) $\Rightarrow d' = -15 - d = -(d + 15)$

$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{-30}$ (2) $\Rightarrow d^2 + 15d + 450 = 0$ (vô nghiệm)



Vật thật, ảnh ảo (A'B' < AB)



Vật ảo, ảnh thật (A'B' > AB)

Bài 2.12. Giải:

a. Vị trí của thấu kính:

Ta có hệ phương trình: $d + d' = 45$ (1)

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{10} \quad (2)$$

Từ (1) ta có: $d' = 45 - d$

Thay vào (2) ta được: $\frac{1}{d} + \frac{1}{45 - d} = \frac{1}{10} \Rightarrow d^2 - 45d + 450 = 0$

Ta được hai nghiệm: $d_1 = 15$ cm và $d_2 = 30$ cm

- Vị trí I của thấu kính cách vật 15 cm, cách màn 30 cm.
- Vị trí II của thấu kính cách vật 30 cm, cách màn 15 cm.

b. Độ dài của ảnh:

- Ở vị trí I ta có: $k_1 = -\frac{d'_1}{d_1} = -\frac{30}{15} = -2 \Rightarrow$ Ảnh dài 4 cm

- Ở vị trí II ta có: $k_2 = -\frac{d'_2}{d_2} = -\frac{15}{30} = -\frac{1}{2} \Rightarrow$ Ảnh dài 1 cm

Bài 2.13.Giải:

Khoảng cách từ vật đến ảnh cho bởi:

$$l = d + d' = d + \frac{df}{d - f} \Rightarrow l = \frac{d^2}{d - f}$$

Đạo hàm $l' = \frac{d^2 - 2df}{(d - f)^2} = \frac{d(d - 2f)}{(d - f)^2}$

Vì vật thật cho ảnh thật nên ta chỉ khảo sát sự biến thiên của hàm số l trong khoảng: $f \le d \le +\infty$

d	$-\infty$		0		f		2f		$+\infty$
l'		+	0	−	‖	−	0	+	
l	▨	▨	▨	▨	∞	↘	l_{min}	↗	∞

Theo bảng biến thiên ta thấy khoảng cách giữa vật thật và ảnh thật ngắn nhất khi $d = 2f \Rightarrow l_{min} = 4f$

Bài 2.14. Giải:

Khoảng cách từ vật đến thấu kính được xác định bởi tọa độ d. Ta có hệ phương trình:

$$d + d' = L \qquad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) ta suy ra phương trình bậc hai:

$$d^2 - Ld + Lf = 0 \Rightarrow \Delta = L^2 - 4Lf = L(L - 4f)$$

Vì bài toán có nghiệm nên $\Delta > 0 \Rightarrow L > 4f$

Ta được hai nghiệm là: $d_1 = \frac{L - \sqrt{\Delta}}{2}$ và $d_2 = \frac{L + \sqrt{\Delta}}{2}$

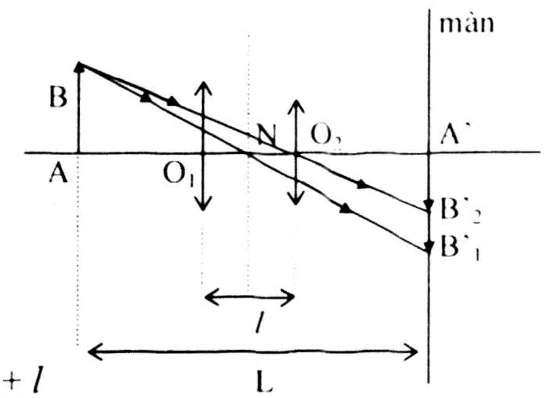
Suy ra: $d'_1 = L - d_1 = \frac{L + \sqrt{\Delta}}{2}$

$$d'_2 = L - d_2 = \frac{L - \sqrt{\Delta}}{2}$$

Vậy $d_2 = d'_1$ và $d_1 = d'_2$ tức là hai vị trí của thấu kính cho ảnh rõ đối xứng với nhau qua mặt trung trực giữa vật và màn.

$d_1 = \overline{O_1A}$; $d'_1 = \overline{O_1A'}$

$d_2 = \overline{O_2A}$; $d'_2 = \overline{O_2A'}$



Xét vị trí 1 ta có:

$O_1A = HA - HO_1$

$$\Rightarrow d_1 = \frac{L}{2} - \frac{l}{2} = \frac{L - l}{2}$$

$$O_1A' = O_1H + HA' \Rightarrow d'_1 = \frac{l}{2} + \frac{L}{2} = \frac{L + l}{2}$$

Tiêu cự f cho bởi:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} = \frac{1}{\frac{L - l}{2}} + \frac{1}{\frac{L + l}{2}} = \frac{2}{L - l} + \frac{2}{L - l} = \frac{4L}{L^2 - l^2}$$

Suy ra: $f = \dfrac{L^2 - l^2}{4L}$

Bài 2.15. Giải: Xác định vị trí vật và ảnh:

– Ta có công thức: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{d} \Rightarrow d' = \frac{df}{d - f}$ (1)

Và $L = d + d' = 25$ (vì $d > 0$, $d' > 0$)

$\Rightarrow$ $d' = L - d$ (2)

Từ (1) và (2) suy ra: $d^2 - Ld + Lf = 0$

Thay số $d^2 - 25d + 150 = 0$

với L = 25 cm và f = 6 cm

Giải phương trình ta được 2 nghiệm

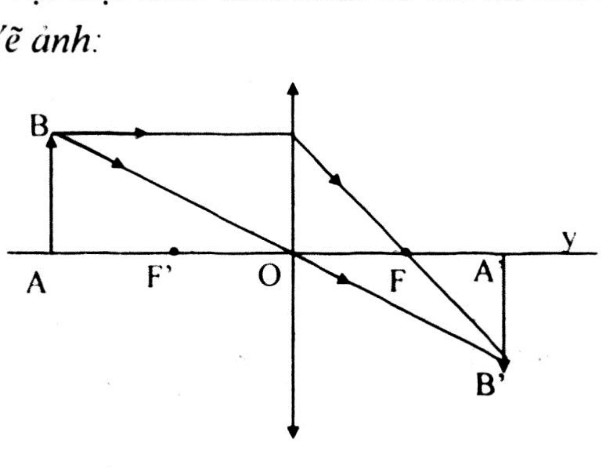
$d_1 = 15$ cm suy ra $d'_1 = 10$ cm

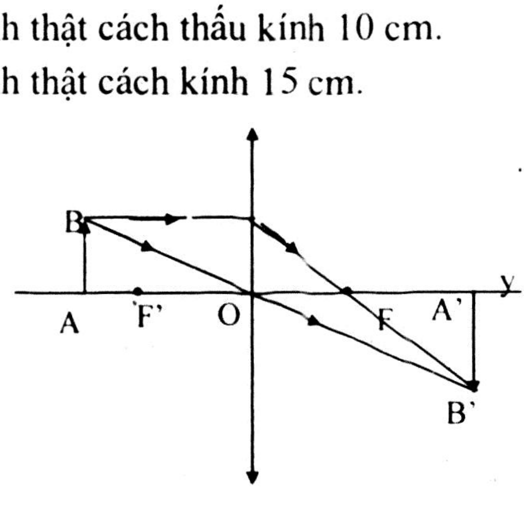
$d_2 = 10$ cm suy ra $d'_2 = 15$ cm

Vậy:

* Vật thật cách thấu kính 15 cm thì cho ảnh thật cách thấu kính 10 cm.
* Vật thật cách thấu kính 10 cm thì cho ảnh thật cách kính 15 cm.

Vẽ ảnh:





Bài 2.16. Giải: Thấu kính này là thấu kính hội tụ vì vật thật cho ảnh thật.

Tìm tiêu cự f:

– Ta có công thức độ phóng đại của ảnh

$$k = -\frac{d'}{d} = -4 \qquad (1)$$

(ảnh, vật ngược chiều)

Khoảng cách vật, ảnh

$$L = d + d' = 125 \qquad (2) \qquad (d > 0, d' > 0)$$

– Công thức xác định vị trí:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{d.d'}{d + d'} \qquad (3)$$

Từ (1) và (2) suy ra: $d = \frac{L}{1 - k}$; $d' = \frac{-kL}{1 - k}$

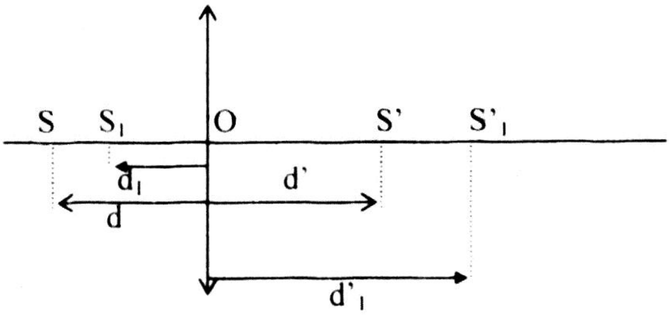
Thế vào (3) . $f = \frac{-kL}{(1 - k)^2}$ (4)

Thay k = 4, L = 125 cm vào (4)

$$f = \frac{+4(125)}{(1 + 4)^2} = 20 \text{ cm}$$

Bài toán về sự dịch chuyển vật, ảnh

Bài 2.17. Giải



– Tiêu cự: $f = \frac{1}{D} = \frac{1}{5} = 0{,}2$ m

– Vị trí đầu:

$d = \overline{OS} = ?$

$$d' = \overline{OS'} = \frac{df}{d - f} = \frac{20d}{d - 20}$$

– Vị trí cuối:

$d_1 = \overline{OS_1} = d' - 5$

$$d'_1 = \overline{OS'_1} = \frac{(d - 5)\,20}{d - 5 - 20} = \frac{20\,(d - 5)}{d - 25}$$

Vì $d'_1 = d + 40$ nên ta có phương trình:

$$\frac{20\,(d - 5)}{d - 25} = \frac{20d}{d - 20} + 40 \Rightarrow \frac{d - 5}{d - 25} = \frac{d}{d - 20} + 2$$

$\Rightarrow d^2 - 45d + 450 = 0 \quad d = 30$ cm

$d = 15$ cm

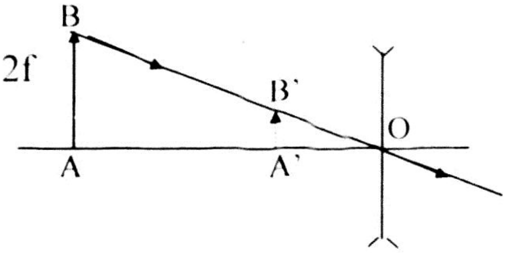
Vì ở vị trí đầu vật cho ảnh thật nên d > f ⇒ chọn nghiệm:

$d = 30$ cm ⇒ $\quad d' = 60$ cm

Bài 2.18. Giải:

– Vì thấu kính phân kì cho vật thật ảnh ảo cùng chiều nên ở vị trí đầu ta có:

$$k = -\frac{d'}{d} = \frac{1}{3} \Rightarrow d' = -\frac{d}{3}$$



Suy ra: $\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{d} - \frac{3}{d} = \frac{1}{f} \Rightarrow d = -2f$

– Ở vị trí cuối sau khi dịch chuyển, ta có:

$d_1 = d + 30$

$$d'_1 = \frac{d_1 f}{d_1 - f} = \frac{(d + 30)f}{d + 30 - f} = \frac{(30 - 2f)f}{30 - 3f}$$

– Vì vật ảnh chuyển động cùng chiều và ảnh ảo ($d' < 0$; $d'_1 < 0$) nên ta có: $d'_1 = d' - 2.5$. Chuyển về ẩn số f ta được phương trình:

$$\frac{(30 - 2f)f}{30 - 3f} = \frac{2f}{3} - 2,5$$

$$\Rightarrow \quad 3f(30 - 2f) = 2f(30 - 3f) - 7,5\,(30 - 3f)$$

$$90f = -225 + 22,5f$$

$$30f - 22,5f = -225 \Rightarrow \quad f = -30 \text{ cm}$$

Bài 2.19. Giải: Gọi d và d' là khoảng cách từ vật và ảnh đến thấu kính. Theo công thức thấu kính, sau khi dịch chuyển vật, ta có: $\frac{1}{d + 30} + \frac{1}{d' - 1} = \frac{1}{f}$ (1)

Vì ảnh đầu cao bằng 1,2 lần ảnh sau nên ta có: $\frac{d'}{d} = 1,2\frac{d' - 1}{d + 30}$ (2)

Giải hệ (1) và (2) ta có: $f = -30$ cm.

Bài 2.20. Giải: Theo công thức vị trí $\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}$, nếu ta hoán vị d và d' thì công thức không thay đổi, tức là với vật thật, ảnh thật thì khi ta đưa vật đến vị trí ảnh, ta lại được ảnh thật ở vị trí của vật.

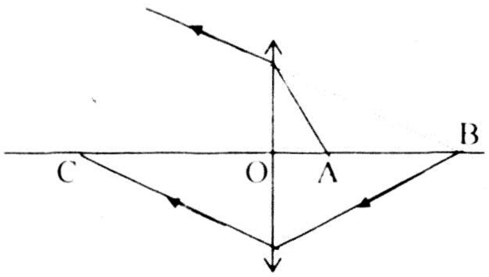
– Theo đề bài, ảnh ở B là ảnh ảo vì nếu là ảnh thật thì khi đặt vật ở B ta phải được ảnh thật ở A. Vậy 2 vị trí A và B phải ở cùng một bên của thấu kính.

– Khi đặt vật ở B ta được ảnh ở C ở phía bên kia của A so với B nên ảnh ở C đã đổi tính chất thành ảnh thật. Độ dời ảnh $\overrightarrow{BC}$ ngược chiều độ dời vật $\overrightarrow{AB}$. Thấu kính cho vật thật ở B được ảnh thật ở C nên thấu kính là hội tụ và thấu kính phải ở trong khoảng BC. Vì A và B ở cùng một bên của thấu kính nên thấu kính phải đặt trong khoảng AC. Ta có sơ đồ như sau:

- Khi vật ở A, ảnh ở B ta có:

$d_1 = \overline{OA}$ $(d_1 > 0)$

$d'_1 = \overline{OB} = -(d_1 + 16)$ (vì $d'_1 < 0$)



- Khi vật ở B, ảnh ở C ta có:

$d_2 = \overline{OB} = d_1 + 16$ (vì $d_2 > 0$)

$d'_2 = \overline{OC} = 32 - d_1$ (vì $d'_2 > 0$)

Suy ra: $\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{d'_2} = \frac{1}{f}$

$$\Rightarrow \frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_1 + 16} = \frac{1}{d_1 + 16} + \frac{1}{32 - d_1} \Rightarrow d_1 = 8 \text{ cm} \Rightarrow d'_1 = -24 \text{ cm}$$

Vậy $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} = \frac{1}{8} - \frac{1}{24} = \frac{2}{24} \Rightarrow f = 12$ cm

Bài 2.21. Giải:

- Ta có công thức: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{d}$ (1)

- Gọi khoảng cách từ O đến vật trường hợp 1 là d_1

- Gọi khoảng cách từ O đến vật trường hợp 2 là d'_1

Từ (1) ⇒ $d'_1 = \frac{d_1 f}{d_1 - f}$ (1')

- Vị trí thứ hai của vật $d_2 = d_1 - a$ (2)

- Vị trí thứ hai của ảnh $d'_2 = d'_1 + b$ (3)

Mặt khác $d'_2 = \frac{d_2 f}{d_2 - f}$ (4)

Thế (1') và (2), (4) vào (3): $\frac{d_1 f}{d_1 - f} + b \approx \frac{(d_1 - a)f}{d_1 - a - f}$

Thay số a = 6 cm, b = 2 cm, f = 12 cm:

$$\frac{12d_1}{d_1 - 12} + 2 = \frac{(d_1 - 6)12}{d_1 - 6 - 12}$$

Suy ra: $d_1^2 - 30d_1 - 216 = 0$

Giải phương trình ta có: $d_1 = -6$ cm (loại)

$d_1 = 36$ cm; $d'_1 = 18$ cm

Và $d_2 = 36 - 6 = 30$ cm

$d'_2 = 18 + 2 = 20$ cm

Kết luận:

* Vị trí vật lúc đầu cách thấu kính 36 cm, vị trí ảnh lúc đầu cách thấu kính 18 cm.

* Vị trí vật lúc sau cách thấu kính 30 cm, vị trí ảnh lúc sau cách thấu kính 20 cm.

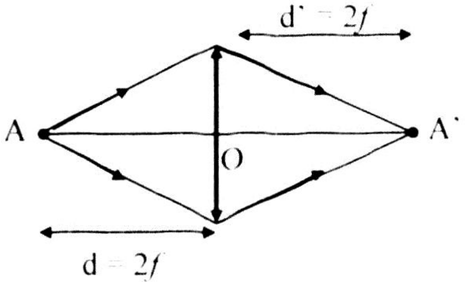
Bài 2.22. Giải:

a) $d = 2f \Rightarrow d' = 2f$; $AA' = d + d' = 4f = 40$ cm (hình 2.22G)

Tổng quát với vật thật và ảnh thật:

$$AA' = d + d' \geq 2\sqrt{dd'} \Rightarrow \sqrt{d + d'} \geq 2\sqrt{\frac{dd'}{d + d'}} = 2\sqrt{f}$$

$AA' \geq 4f$ hay $AA'_{min} = 4f$.



Hình 2.22G

b) – Tịnh tiến O ra xa A:

Vật ở ngoài OF: A' thật. Vì ban đầu AA'_{min} nên sau đó thì AA' tăng. Vậy A' dời xa A.

– Tịnh tiến O tới gần A:

Ta phân biệt:

+ A ngoài OF: A' dời xa A.

+ A ≡ F: A' tiến tới ∞ (thật rồi tức thì chuyển sang ảo)

+ A trong OF: A' ảo tiến về A.

+ A ≡ O: A' ≡ O.

Bài 2.23. Giải

a) Vật thật AB cho ảnh A_1B_1 hiện rõ nét trên màn là ảnh thật nên thấu kính O là thấu kính hội tụ và $f > 0$. Mặt khác, ảnh lúc sau lớn hơn lúc đầu nên điều đó có nghĩa là ảnh đã dịch chuyển ra xa thấu kính. Vậy phải dịch chuyển màn ra xa thấu kính.

b) Công thức thấu kính: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{d}$ (1)

Độ phóng đại của ảnh $k = -\frac{d'}{d}$ (2)

Từ (1) và (2) suy ra $d' = f(1 - k)$ và $d = f(\frac{1 - k}{-k})$

Xét trường hợp vật AB ở vị trí đầu và ảnh của nó là A_1B_1

Ta có: $d_1 = f(\frac{1 - k_1}{-k_1})$ (3)

và $d'_1 = f(1 - k_1)$ (4)

với $k_1 = \dfrac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}}$ (5)

Xét trường hợp vật AB ở vị trí sau và ảnh của nó là A_2B_2

Ta có: $d_2 = f(\dfrac{1 - k_2}{- k_2})$ (6)

và $d'_2 = f(1 - k_2)$ (7)

với $k_2 = \dfrac{\overline{A_2B_2}}{\overline{AB}}$ (8)

Từ (3) và (6) suy ra: $d_1 - d_2 = f(\dfrac{1}{k_2} - \dfrac{1}{k_1})$

Từ (4) và (7) suy ra: $d'_2 - d'_1 = f(k_1 - k_2)$

Từ (5) và (8) suy ra: $\dfrac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} = \dfrac{k_2}{k_1}$

Thay số theo đầu bài: $f(\dfrac{1}{k_2} - \dfrac{1}{k_1}) = 2$ cm (9)

$f(k_1 - k_2) = 30$ cm (10)

$\dfrac{k_2}{k_1} = \dfrac{5}{3} \Rightarrow k_2 = \dfrac{5}{3}k_1$ (11)

Từ (9) và (10) suy ra: $\dfrac{f(k_1 - k_2)}{f\dfrac{k_1 - k_2}{k_1k_2}} = \dfrac{30}{2} = 15 \Rightarrow k_1k_2 = 15$ (12)

$k_1(\dfrac{5}{3}k_1) = 15 \Rightarrow k_1 = \pm 3$

Do vật thật ảnh thật nên chọn $k_1 = -3$

Thay $k_1 = -3$ vào (12) ta được $k_2 = -5$

Thay giá trị của k_1 và k_2 vào (10) ta được: $f = 15$ cm

Bài 2.24. Giải:

a. Vị trí vật ảnh:

Vì vật thật ($d > 0$) và ảnh thật ($d' > 0$) ta có hệ phương trình:

$d + d' = 90$ (1)

$\dfrac{1}{d} + \dfrac{1}{d'} = \dfrac{1}{20}$ (2)

Suy ra phương trình bậc 2: $d^2 - 90d + 1800 = 0$ và được 2 nghiệm $d = 30$ cm và $d = 60$ cm. Vì ảnh lớn hơn vật nên ta chọn:

$d = 30$ cm $\Rightarrow$ $d' = 60$ cm

b. Vì thấu kính cố định nên khi vật dời xa thấu kính (d tăng) thì d' dương và giảm ⇒ ảnh dời gần thấu kính.

c. Vì vật cố định và thấu kính dịch chuyển nên muốn xét chuyển động của ảnh ta phải khảo sát xem khoảng cách l từ vật thật tới ảnh thật tăng hay giảm khi d tăng (thấu kính ra xa vật).

Ta có: $l = d + d' = d + \dfrac{df}{d - f} \Rightarrow l = \dfrac{d^2}{d - f}$

$l = \dfrac{d^2}{d - 20} \Rightarrow$ đạo hàm $l' = \dfrac{d(d - 40)}{(d - 20)^2}$

$l' = 0$ với $d = 0$ và $d = +40$ cm (2f)

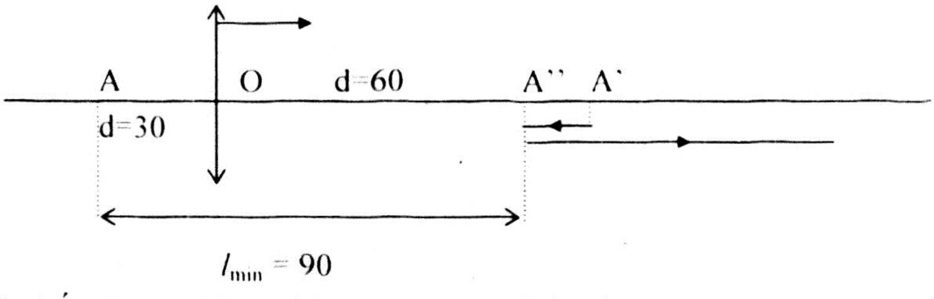
Bảng biến thiên

d	- ∞		0		20	30		40		60	+ ∞
l'		+	0	–			–	0		+	
l	▨	▨	▨	▨	∞	90	↘	(80) ($l_{min} = 4f$)	↗	90	∞

– Trong khoảng 30 cm ≤ d < 40 cm thì hàm số l nghịch biến: khi TK dịch chuyển từ vị trí cách vật 30 cm đến vị trí cách vật 40 cm thì ảnh dịch chuyển về phía vật.

– Khi d = 40 cm (d = 2f) thì ảnh dừng lại (l cực tiểu).

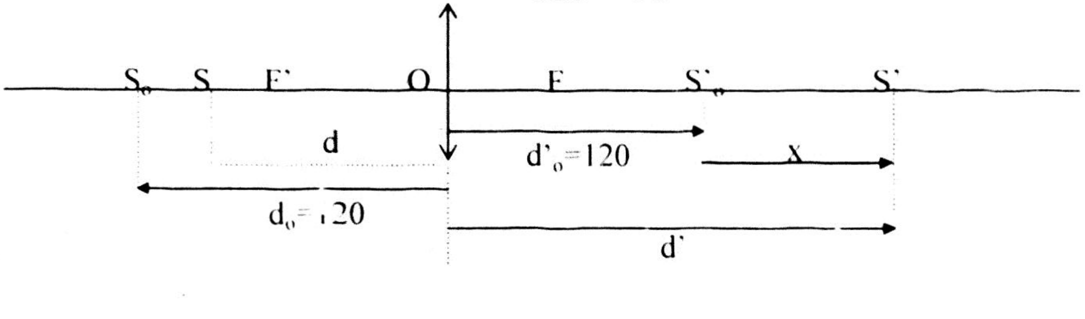
– Trong khoảng 40 < d < ∞ thì hàm số l đồng biến: Nếu TK tiếp tục dịch chuyển ra xa vật (d tăng) thì ảnh dịch chuyển ra xa vật (l tăng).



Khi thấu kính đứng yên, vật ảnh cách nhau AA' = 90 cm (d = 30 cm và d' = 60 cm). Khi thấu kính dịch chuyển về bên phải, ảnh dịch chuyển về bên trái tới vị trí A'' với A'A'' = 10 cm rồi dừng lại và đổi chiều chuyển động về bên phải theo chiều chuyển động của thấu kính.

Bài 2.25. Giải:

- Vị trí đầu của ảnh: $d'_o = \dfrac{d_o f}{d_o - f} = \dfrac{120 \times 60}{120 - 60} = 120$ cm



– Sau thời gian t, vật đi được quãng đường $S_oS = v_1t = 5t$ (cm).

Tọa độ của vật ở thời điểm t là: $d = 120 - 5t$ (cm).

Tọa độ của ảnh ở thời điểm t cho bởi:

$$d' = \frac{df}{d - f} = \frac{(120 - 5t)60}{120 - 5t - 60} \Rightarrow d' = \frac{60(24 - t)}{12 - t}$$

– Lúc t = 6s ảnh cách thấu kính một đoạn: $d' = \dfrac{60(24 - 6)}{12 - 6} = 180$ cm.

GIẢI BÀI TOÁN VỀ HỆ CÁC THẤU KÍNH

Bài 2.26. Giải: Đã cho: $f_1 = 20$ cm, $f_2 = 25$ cm, $d_1 = 30$ cm

a) – Ảnh A_1B_1 cho bởi L_1: $d'_1 = \dfrac{d_1f_1}{d_1 - f_1} = 60$ cm.

Số phóng đại $k_1 = -\dfrac{d'_1}{d_1} = -2$

Độ lớn của ảnh $A_1B_1 = |k_1|\,AB = 4$cm

– Ảnh cho bởi hệ là A_2B_2:

A_1B_1 là vật đối với L_2: $d_2 = a - d'_1 = 80 - 60 = 20$ cm.

A_2B_2 cách L_2: $d'_2 = \dfrac{d_2f_2}{d_2 - f_2} = -100$ cm

Số phóng đại cho bởi L_2: $k_2 = -\dfrac{d'_2}{d_2} = 5$

Suy ra $A_2B_2 = |k_1.k_2|\,AB = 20$ cm.

b) Nếu L_2 sát với L_1: Độ tụ hệ ghép sát là $D = D_1 + D_2$, suy ra tiêu cự tương đương là: $f = \dfrac{f_1f_2}{f_1 + f_2} = \dfrac{100}{9}$ cm

Ảnh cho bởi hệ là A'B' cách hệ là:

$$d' = \frac{df}{d - f} \text{ với } d = 30 \text{ cm} \Rightarrow d' = 17,6 \text{ cm}.$$

$$\therefore A'B' = |k|AB = \left|\frac{d'}{d}\right| AB = 1,2 \text{ cm}$$

Bài 2.27. Giải: Tiêu cự: $f_1 = \dfrac{1}{D_1} = \dfrac{1}{4}\,\text{m} = 25$ cm.

$$f_2 = \frac{1}{D_2} = -\frac{1}{4}\,\text{m} = -25 \text{ cm}.$$

a) Ảnh S_1 cho bởi L_1: $d'_1 = \dfrac{d_1f_1}{d_1 - f_1} = 50$ cm.

S_1 là vật đối với L_2, cách L_2 là: $d_2 = a - d'_1 = 10$ cm

Ảnh cuối cùng là S_2, cách L_2 là: $d'_2 = \dfrac{d_2f_2}{d_2 - f_2} = \dfrac{-50}{7}$ cm, ảnh A_2B_2 ảo.

b) Nếu chùm tia ló là chùm sáng song song, ảnh A_2B_2 ở vô cực: $d'_2 = \infty$, suy ra S_1 phải trùng với tiêu điểm vật F_2 của L_2.

$$d_2 = -25 \text{ cm}$$

Ta vẫn có $d_1 = 50$ cm nên d'_1 vẫn là 50 cm.

Từ $d_2 = a - d'_1$, suy ra khoảng cách giữa hai thấu kính là:

$$a = d_2 + d'_1 = -25 + 50 = 25 \text{ cm}.$$

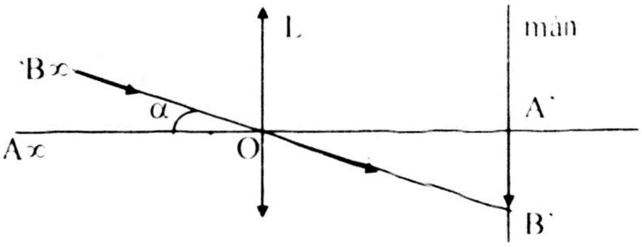
Bài 2.28. Giải

- Hệ cho ảnh thật nên hệ là một thấu kính hội tụ. Vì ảnh ở tiêu diện nên khoảng cách từ hệ thấu kính đến màn chính là tiêu cự của hệ.

$$\text{tg}\,\alpha = \alpha = \frac{A'B'}{f}$$

$$f = \frac{A'B'}{\alpha} = \frac{9{,}6 \text{ mm}}{32 \,.\, 3 \,.\, 10^{-4}}$$

$$= 10^3 \text{ mm} = 1 \text{ m}$$



- Tiêu cự f_2 của L_2 cho bởi:

$$D = D_1 + D_2 \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{100} = \frac{1}{20} + \frac{1}{f_2}$$

$\Rightarrow \quad f_2 = -25$ cm (L_2 là thấu kính phân kì).

Bài 2.29. Giải:

$$A'_1B'_1 \xleftarrow[d_1;d'_1]{L_1} AB \xrightarrow[d_2;d'_2]{L_2} A'_2B'_2 : d_1 = x \,;\, d_2 = l - x.$$

a) Vị trí trùng nhau của $A'_1B'_1$ và $A'_2B'_2$ ở trong đoạn AO_2 (hình 2.29G)

Vậy: $\quad |d'_1| + |d'_2| = l$

$\Rightarrow \quad d'_1 + d'_2 = -l$

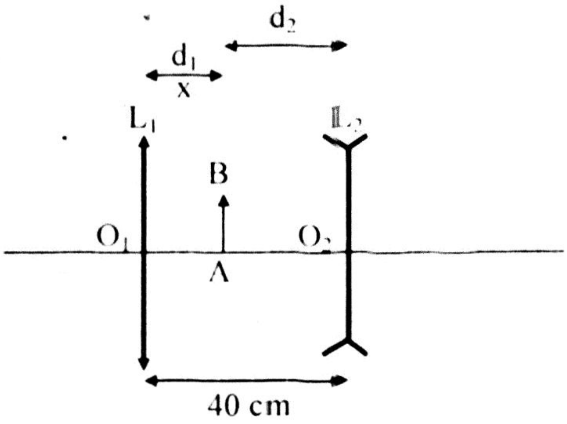
hay $15\left[\dfrac{40 - x}{55 - x} - \dfrac{x}{x - 15}\right] = 40$

$\Rightarrow \quad x^2 - 70x + 600 = 0$

$\Rightarrow \quad x = 10$ cm.

b) Ta phải có: $|k_2| = |k_1|$

$$\Rightarrow \frac{|f_1|}{|f_1 - x|} = \frac{|f_2|}{|f_2 - (l - x)|}$$



Hình 2.29G

$\Rightarrow |15 - x| = |x - 55|$

$\Rightarrow x = 35$ cm.

Bài 2.30. Giải:

a) $$AB \xleftarrow[d_1;d_1']{L_1} A_1B_1 \xrightarrow[d_2;d_2']{L_2} A'B'$$

$d_1 = 20\text{ cm} = f_1 \; ; \; d_1' \to \infty$

$d_2 = (a - d_1') \to -\infty \; ; \; d_2' = f_2 = -10$ cm.

Ảnh ảo cách O_2 một đoạn 10 cm.

$$k = k_1k_2 = \left(-\frac{d_1'}{d_1}\right)\left(-\frac{d_2'}{d_2}\right) = \frac{d_2'}{d_1}\frac{d_1'}{d_2} = \left(\frac{d_2'}{d_1}\right)\frac{d_1'}{a - d_1'} = \left(\frac{d_2'}{d_1}\right)\frac{1}{\frac{a}{d_1'} - 1}$$

với $d_1' \to \infty$: $k = \frac{1}{2}$

Ảnh cùng chiều và bằng $\frac{1}{2}$ vật. Vẽ ảnh theo các trị số tính được.

b) Ta phải có: $d_2' < 0$ và $|k| = 2$.

$$k = k_1k_2 \; ; \; k_1 = \frac{f_1}{f_1 - d_1} = \frac{20}{20 - d_1} \; ; \; k_2 = \frac{f_2}{f_2 - d_2} = \frac{10}{10 + d_2}$$

$$d_2 = a - d_1' = 30 - \frac{20d_1}{d_1 - 20} = \frac{10d_1 - 600}{d_1 - 20}$$

$$k_2 = \frac{10}{10 + \frac{10d_1 - 600}{d_1 - 20}} = \frac{10(d_1 - 20)}{20d_1 - 800} = \frac{d_1 - 20}{2(d_1 - 40)}$$

$$\Rightarrow k = \frac{10}{40 - d_1} = \pm 2 \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} d_{11} = 35 \text{ cm} \Rightarrow d_{21} = -\frac{50}{3} \text{ cm} \\ d_{12} = 45 \text{ cm} \Rightarrow d_{22} = -6 \text{ cm} \end{cases}$$

d_{21}: ảnh ảo ; d_{22}: ảnh thật.

Vậy: d = 35 cm.

Bài 22.31. Giải:

a) $$AB \xleftarrow[d_1;d_1']{L_1} A_1B_1 \xrightarrow[d_2;d_2']{L_2} A'B'$$

- $d_1 = 36$ cm ; $d_1' = \frac{36.30}{36 - 30} = 180$ cm

$d_2 = a - d_1' = -110$ cm ; $d_2' = \frac{(-110)\,(-10)}{-110 + 10} = -11$ cm

Ảnh ảo cách O_2 11 cm.

$$k = k_1k_2 = \left(-\frac{d_1'}{d_1}\right)\left(-\frac{d_2'}{d_2}\right) = \frac{180}{36}\cdot\frac{11}{110} = \frac{1}{2}$$

Ảnh cùng chiều và bằng nửa vật.

- Muốn có A'B' thật thì:

$$f_2 < d_2 < 0$$

$d_2 = a - 180$. Do đó:

$$a - 180 < 0 \Rightarrow a < 180 \text{ cm}$$

$$a - 180 > -10 \Rightarrow a > 170 \text{ cm}$$

hay: 170 cm < a < 180 cm

b) $k = k_1k_2$. Nhưng: $k_1 = \dfrac{f_1}{f_1 - d}$; $k_2 = \dfrac{f_2}{f_2 - d_2}$

mà: $d_2 = a - d_1' = a - \dfrac{d_1f_1}{d_1 - f_1} = \dfrac{(a - f_1)d_1 - af_1}{d_1 - f_1}$

$$f_2 - d_2 = f_2 - \frac{(a - f_1)d_1 - af_1}{d_1 - f_1} = \frac{(f_2 + f_1 - a)d_1 + af_1 - f_1f_2}{d_1 - f_1}$$

$$k_2 = \frac{f_2(d_1 - f_1)}{(f_2 + f_1 - a)d_1 + af_1 - f_1f_2}$$

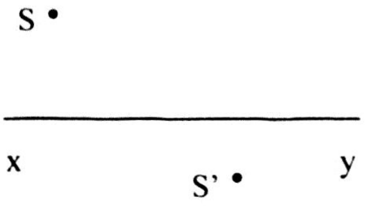
Vậy: $k = \dfrac{f_1f_2}{f_1f_2 - af_1 - (f_2 + f_1 - a)d_1}$

Muốn k không phụ thuộc d_1, ta phải có:

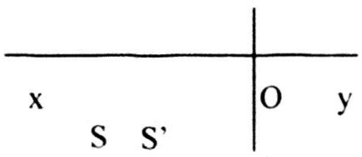
$$f_2 + f_1 - a = 0 \Rightarrow a = f_1 + f_2 \text{ (tức } F_1' \equiv F_2\text{)}$$

GIẢI BÀI TOÁN VẼ ẢNH

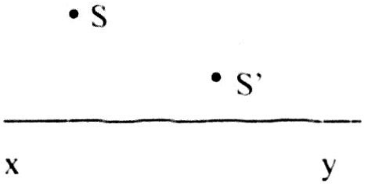
Bài 2.32. Giải:



H.a



H.b



H.c

1. Trường hợp 1 (H.a)

a) S' là ảnh thật: (vì ảnh và vật khác bên trục chính nên cùng tính chất)

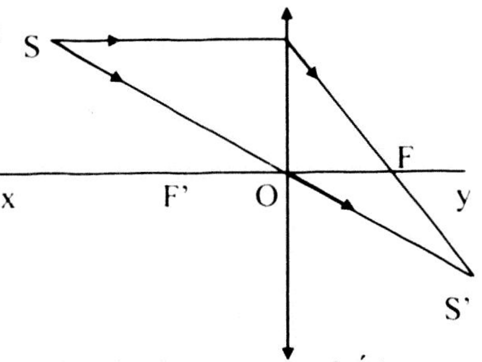
b) Thấu kính hội tụ vì vật thật cho ảnh thật

c) Xác định các tiêu điểm chính của thấu kính:

* Nối SS' cắt trục chính tại quang tâm O

* Vẽ thấu kính qua O vuông góc trục chính

* Vẽ tia tới SI song song với trục chính, tia ló IS' cắt trục chính tại F: tiêu điểm ảnh chính. Lấy F' đối xứng với F qua quang tâm O. F': là tiêu điểm vật chính



2. Trường hợp 2 (H.b)

a) S' là ảnh ảo (vì ảnh và vật cùng bên thấu kính nên khác tính chất).

b) Thấu kính này là thấu kính phân kì vì vật thật cho ảnh ảo gần thấu kính hơn vật.

c) Xác định các tiêu điểm chính của thấu kính:

* Vẽ thấu kính thẳng góc trục chính tại O.

* Vẽ tia tới song song trục phụ Δ, tia ló IS' cắt trục phụ tại F_p, từ F_p hạ ⊥ xuống trục chính, cắt trục chính tại F: là tiêu điểm ảnh chính.

* Lấy F' đối xứng F qua quang tâm O. F': là tiêu điểm vật chính.

3. Xét trường hợp 3: (H.c)

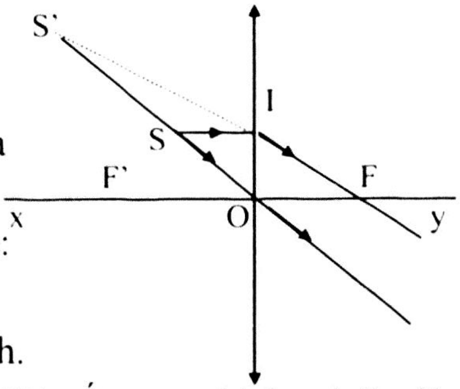
a) S' là ảnh ảo vì vật và ảnh cùng bên trục chính khác tính chất.

b) Thấu kính hội tụ vì vật thật cho ảnh ảo xa trục chính hơn vật.

c) Xác định các tiêu điểm chính của thấu kính:

* Nối SS' cắt trục chính tại quang tâm O.

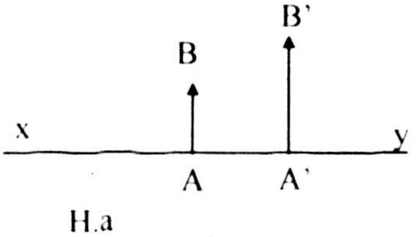
* Vẽ thấu kính qua O thẳng góc với trục chính.



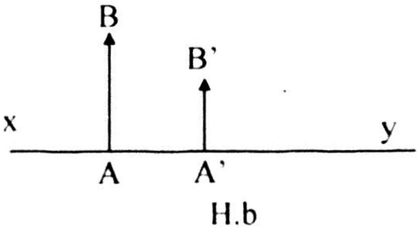
* Vẽ tia tới SI song song trục chính, tia ló IS' cắt trục chính tại F: tiêu điểm ảnh chính.

* Lấy F' đối xứng F qua quang tâm O. F' là tiêu điểm vật chính.

Bài 2.33. Giải:



H.a



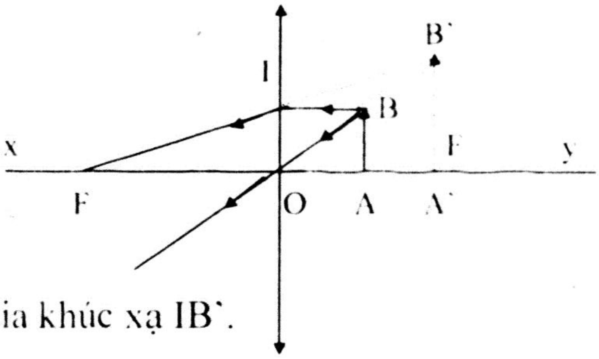
H.b

1. Trường hợp (H.a):

a) A'B' là ảnh ảo vì vật và ảnh cùng chiều thì khác tính chất. Theo đề cho vật thật nên A'B' là ảnh ảo.

b) Thấu kính này là thấu kính hội tụ và ảnh ảo lớn hơn vật.

c) Xác định quang tâm O và các tiêu điểm chính của thấu kính.



* *Xác định O:* nối BB' cắt trục chính tại O: là quang tâm của thấu kính.

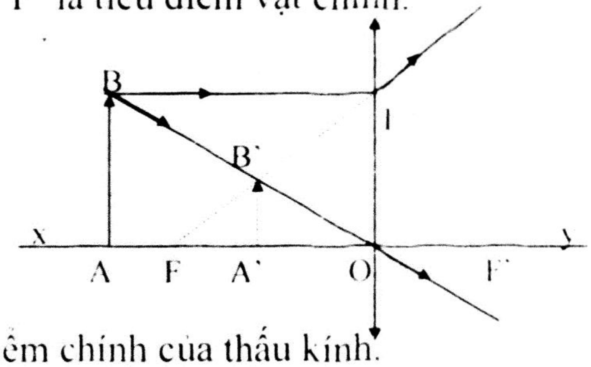
* *Xác định F:* tiêu điểm ảnh chính.

* Vẽ tia tới BI song song trục chính, tia khúc xạ IB'.

* Kéo dài tia IB' cắt trục chính tại F.

* Lấy F' đối xứng F qua quang tâm O. F' là tiêu điểm vật chính.

2. *Trường hợp (H.b):*



a) A'B' là ảnh ảo vì vật và ảnh cùng chiều thì khác tính chất.

b) Thấu kính này là thấu kính phân kì vì vật thật cho ảnh ảo nhỏ hơn vật.

c) Xác định quang tâm O và các tiêu điểm chính của thấu kính.

* *Xác định O:* Nối BB' cắt trục chính tại O là quang tâm của thấu kính.

* *Xác định F:*

+ Vẽ tia tới BI song song với trục chính, tia khúc xạ IB'.

+ Kéo dài tia IB' cắt trục chính tại F.

+ Lấy F' đối xứng F qua quang tâm O.

III. MẮT VÀ CÁC TẬT CỦA MẮT

1. BÀI TẬP MẪU

Bài 3.1 Mắt cận thị có điểm cực viễn cách mắt 50 cm và điểm cực cận cách mắt 12,5 cm.

a) Tính độ tụ của kính phải đeo để mắt thấy rõ vật ở xa vô cực.

b) Khi đeo kính thì mắt sẽ nhìn rõ được vật đặt cách mắt gần nhất là bao nhiêu?

Kính đeo sát mắt, quang tâm của kính coi như trùng với quang tâm của mắt.

Giải: a) Muốn cho mắt thấy rõ vật ở vô cực, mắt cận thị phải đeo thấu kính phân kì sao cho vật ở vô cực cho ảnh ảo cùng chiều nằm tại điểm cực viễn của mắt, ảnh này trở thành vật đối với mắt.

Gọi $d_1 = \infty$ là khoảng cách từ vật đến thấu kính và d'_1 là khoảng cách từ ảnh ảo của vật đến thấu kính ; ta có $d'_1 = -50cm$ ($d'_1 < 0$, vì ảnh ảo).

Vậy độ tụ của kính cần đeo: $D = \frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} = \frac{1}{d'_1} = -\frac{1}{0,5m} = -2$ điôp.

b) Khi đeo kính này vật gần nhất cách kính d phải cho một ảnh ảo ở điểm cực cận $d' = -OC_c = -12.5$ cm. Thay vào công thức thấu kính $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$

$\Rightarrow d = 16.7$ cm

Vậy mắt sẽ nhìn rõ được vật đặt cách mắt gần nhất 16.7 cm

Bài 3.2. Mắt viễn thị nhìn rõ được vật đặt cách mắt gần nhất 40 cm. Tính độ tụ của kính phải đeo để có thể nhìn rõ vật đặt cách mắt gần nhất là 25 cm trong hai trường hợp:

a) Kính đeo sát mắt.

b) Kính đeo cách mắt 1 cm.

Giải. a) Sơ đồ tạo ảnh:

$$\underset{d}{AB} \xrightarrow{\text{Kính}} \underset{d'}{A'B'}$$

Theo đề: $OC_c = 40$ cm ; $d_{min} = 25$ cm

$d = d_{min} = 25$ cm $= 0.25$m khi đó $d'_{min} = -OC_c = -40 = -0.4$m

Thay vào công thức $D = \frac{1}{f} = \frac{1}{d_{min}} + \frac{1}{d'_{min}} = 1.5$ điốp

b) Trường hợp kính đeo cách mắt một khoảng a, thì khoảng cách từ mắt đến ảnh hay khoảng cách từ mắt đến điểm thấy rõ xa nhất (hay gần nhất) sau khi đeo kính sẽ phải hiệu chỉnh một lượng a so với d' cũng như d.

Khi này vật cách kính $d = 25 - 1 = 24$ cm, thì ảnh hiện ra cách kính $d' = 1 - 40 = -39$ cm.

Tương tự thay vào công thức thấu kính ta có $D' = 1.602$ điốp.

II. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 3.3. Một người viễn thị nhìn rõ vật từ khoảng cách $d_1 = \frac{1}{3}$ m khi không dùng kính và khi dùng kính, nhìn rõ vật từ khoảng cách $d_2 = \frac{1}{4}$ m. Kính của người đó có độ tụ bằng bao nhiêu?

Bài 3.4. Mắt của một người có điểm cực viễn C_v cách mắt 50 cm.

a) Mắt người này bị tật gì?

b) Muốn nhìn thấy vật ở vô cực không điều tiết người đó phải đeo kính có độ tụ bao nhiêu? (Kính đeo sát mắt).

c) Điểm C_c cách mắt 10 cm. Khi đeo kính, mắt nhìn thấy điểm gần nhất cách mắt bao nhiêu? (Kính đeo sát mắt).

Bài 3.5. Một mắt bình thường về già, khi điều tiết tối đa thì tăng độ tụ của mắt thêm 1 dp.

a) Xác định điểm cực cận và cực viễn.

b) Tính độ tụ của thấu kính phải mang (cách mắt 2 cm) để mắt nhìn thấy một vật cách mắt 25 cm, không điều tiết.

Bài 3.6. Mắt cận thị chỉ có thể nhìn rõ các vật cách mắt từ 12,5 cm tới 50 cm. Nếu đeo kính sát mắt chữa tật này thì có thể thấy rõ các vật gần nhất cách mắt bao nhiêu?

Bài 3.7. Một mắt bị tật viễn thị chỉ có thể nhìn rõ các vật cách mắt ít nhất 30 cm. Nếu đeo sát mắt một kính có độ tụ D = 2 điốp thì có thể thấy rõ các vật cách mắt gần nhất là bao nhiêu?

Bài 3.8. Một người cận thị có khoảng nhìn rõ từ 12,5cm đến 50cm. Khi đeo kính sát mắt có tụ số – 1điôp.Tìm giới hạn nhìn rõ của mắt người này.

Bài 3.9. Mắt một người có điểm cực cận và cực viễn cách mắt tương ứng là 0,4m và 1m.

Khi đeo kính có độ tụ $D_2 = 1,5$ điôp, người ấy có khả năng nhìn rõ vật xa nhất cách kính bao nhiêu?

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 3.3. Giải: Có thể giải bài toán dựa trên công thức thấu kính cho quang hệ: mắt + kính. Nhưng tại đây ta giải theo cách khác. Bởi vì khoảng cách của ảnh (xuất hiện trên võng mạc) đến quang tâm của mắt không thay đổi, ta có thể nói rằng, sau khi đeo kính vào, thấu kính của kính đã "chuyển" vị trí nhìn tốt nhất từ khoảng cách l_1 đến l_2. Như vậy, nếu vật nằm ở khoảng cách l_2 được nhìn rõ bởi hệ kính + mắt, thì ảnh đã xuất hiện như ảnh ảo phải nằm ở khoảng cách l_1. Từ đây suy ra $\frac{1}{f_2} = \frac{1}{l_2} - \frac{1}{l_1}$, ở đây f_2 là kí hiệu tiêu cự của thấu kính. Do đó, độ tụ của kính người viễn thị đó phải đeo bằng:

$$D = \frac{d_1 - d_2}{d_1 d_2} = 1 \text{ điôp.}$$

Thấu kính của kính này là thấu kính hội tụ.

Bài 3.4.Giải: a) C_v thật, cách mắt hữu hạn ⇒ mắt cận.

b) $f_k = -OC_v = -50$ cm ⇒ $D_k = -2$ dp.

c) $d' = -OC_c = -10$ cm ; $d = \frac{(-10)(-50)}{40} = 12,5$ cm.

Bài 3.5. Giải:a) C_v: ∞ ; $OC_c = 100$ cm.

b) $d' \to \infty$; $d = f = 25 - 2 = 23$ cm ; $D \approx 4,35$ dp.

Bài 3.6. Giải: Sơ đồ tạo ảnh:

$$\underset{d}{AB} \xrightarrow{\text{Kính}} \underset{d'}{A'B'}$$

Để chữa tật: $d = \infty$, $d' = 1 - OC_v = -50$ cm ⇒ $f_k = d' = -50$ cm

$d = d_{min}$ khi $d'_{min} = 1 - OC_c = -12,5$ cm

$$d_{min} = \frac{d'_{min}\, f_k}{d'_{min} - f_k} = 16,67 \text{ cm.}$$

Bài 3.7. Giải: Sơ đồ tạo ảnh:

$$\underset{d}{AB} \xrightarrow{\text{Kính}} \underset{d'}{A'B'}$$

Theo đề: $f_k = 50$ cm, $OC_c = 30$ cm

$d = d_{min}$ khi $d'_{min} = l - OC_c = -30$ cm

$$d_{min} = \frac{d'_{min}\, f_k}{d'_{min} - f_k} = 18,75 \text{ cm.}$$

Bài 3.8. Giải: $d' = -12,5\text{cm} \Rightarrow d_1 = \frac{-12,5\,(-100)}{-12,5 + 100} = \frac{1250}{87,5} = 14,285\text{cm}$

$d' = -50\text{cm} \Rightarrow d_2 = \frac{-50\,(-100)}{-50 + 100} = 100\text{cm}$

Vậy giới hạn nhìn rõ từ 14,3cm → 100cm.

Bài 3.9. Giải:

Sơ đồ tạo ảnh khi đeo kính: $AB \xrightarrow{O} A'B'$ (ảo) $\in [C_C, C_V]$.

Vật ở xa nhất trước kính cho ảnh ảo ở điểm cực viễn của mắt:

Công thức: $\frac{1}{d_{max}} + \frac{1}{-1} = 1,5 \Rightarrow d_{max} = \frac{1}{2,5}\text{m} = 0,4\text{m}$.

4. KÍNH LÚP

I. BÀI TẬP MẪU

Bài 4.1. Trên vành của một kính lúp có ghi X.10. Tính tiêu cự f của kính lúp này?

Giải: $G_\infty = 10$.

Áp dụng công thức $G_\infty = \frac{Đ}{f} = 10$. Suy ra => f =25/10 = 2,5 cm

Bài 4.2. Dùng một thấu kính có độ tụ + 10 điôp để làm kính lúp.

a) Tính số bội giác của kính khi ngắm chừng ở vô cực.

b) Tính số bội giác của kính và độ phóng đại khi ngắm chừng ở điểm cực cận.

Cho khoảng cách nhìn rõ ngắn nhất của mắt là 25 cm. Mắt coi như đặt sát kính.

Giải: a) $G_\infty = 2,5$.

Ta có D = 10 điốp, suy ra f = 0,1m.

Áp dụng công thức $G_\infty = \frac{Đ}{f} = 0,25/0,1 = 2,5$

b) $G_C = k = \frac{A'B'}{AB} = \left|\frac{d'}{d}\right|$ với d' có độ lớn bằng khoảng nhìn rõ ngắn nhất của mắt và bằng 25 cm, mang dấu âm vì ảnh qua kính là ảnh ảo. Tính d qua công thức thấu kính $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$ với $\frac{1}{f} = 10$ điôp và $d' = -25$ cm.

Ta có $d = \frac{d'.f}{d'-f} = \frac{-25.10}{-25-10} = \frac{250}{35}$

Thay vào ta được $G_C = 3,5$.

Bài 4.3. Một người cận thị có khoảng cách từ mắt đến điểm cực cận là 10cm và đến điểm cực viễn là 50 cm, quan sát một vật nhỏ qua kính lúp có độ tụ là + 10 điôp. Mắt đặt sát sau kính.

a) Phải đặt vật trong khoảng nào trước kính?

b) Tính số bội giác của kính lúp với mắt của người ấy và độ phóng đại của ảnh trong các trường hợp sau:

– Ngắm chừng ở điểm cực viễn.

– Ngắm chừng ở điểm cực cận.

Giải: a) 5 cm ≤ d ≤ 8,3 cm ;

Cần xác định vị trí phải đặt vật so với kính khi ngắm chừng ở điểm cực cận và khi ngắm chừng ở điểm cực viễn. Vật phải được đặt nằm trong khoảng giới hạn bởi hai vị trí đó.

+ khi ngắm chừng ở cực cận $d' = -10$cm ⇒ $d = \frac{d'f}{d'-f}$

b) $G_V = 1,2$; $k_V = 6$; $G_C = k_C = 2$. Ta phải tính số phóng đại ảnh ở điểm cực viễn k_V và số phóng đại ảnh ở điểm cực cận k_C cũng như số bội giác của kính ở điểm cực viễn G_V và số bội giác của kính ở điểm cực cận G_C.

Cách tính k_V và k_C tương tự như cách tính bài trên

+ G_C ta suy ra từ tính chất khi ngắm chừng ở điểm cực cận thì $G_C = k_C$.

+ Tính G_V (số bội giác khi ngắm chừng ở điểm cực viễn):

Ta có: $OC_c = 10$ cm ; $OC_v = 50$ cm

Trong biểu thức: $G = \frac{\tan\alpha}{\tan\alpha_o} = \frac{A_1B_1}{AB}.\frac{OC_C}{|d'_1| + l} = k.\frac{OC_C}{|d'_1| + l}$

Để mắt không điều tiết phải ngắm chừng ở cực viễn $|d'_1| + l = OC_v$

$$G = |k_v|.\frac{OC_c}{OC_v} = \left|\frac{f - d_V}{f}\right|.\frac{OC_c}{OC_v}$$

Với $d'_v = -OC_v = -50$ cm ⇒ $G = 1,2$

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 4.4. Trên vành của kính lúp có ghi kí hiệu X 2.5. Tiêu cự của kính lúp bằng bao nhiêu?

Bài 4.5. Một kính lúp có tiêu cự f = 5 cm. Một người mắt có khoảng nhìn rõ ngắn nhất là D = 25 cm đặt sát mắt sau kính lúp để quan sát một vật.Số bội giác khi ngắm chừng ở cực cận là G_c bằng bao nhiêu?

Bài 4.6. Một kính lúp có độ tụ +12.5điôp. một người mắt không có tật (D = 25cm) nhìn một vật nhỏ qua kính lúp. Số bội giác của kính khi người đó ngắm chừng ở trạng thái mắt không điều tiết bằng bao nhiêu?

Bài 4.7. Một kính lúp có tiêu cự 4cm. Một người cận thị quan sát vật nhỏ qua kính lúp (mắt đặt cách kính 5cm) có phạm vi ngắm chừng từ 2.4cm đến 3.75cm. Mắt người quan sát có giới hạn nhìn rõ trong khoảng bằng bao nhiêu?

Bài 4.8. Một kính lúp trên vành ghi X6.25. Một người cận thị có điểm cực cận cách mắt 12cm quan sát ảnh của một vật nhỏ qua kính trong trạng thái mắt điều tiết tối đa và mắt đặt sát sau kính. Số bội giác của kính bằng bao nhiêu?

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 4.4. Giải: Ta có: $G = \frac{D}{f} = \frac{25\ (cm)}{f} = 2.5 \Rightarrow f = 10$ cm

Bài 4.5. Giải: Độ bội giác khi ngắm chừng ở cực cận là G_C: $G_C = |k_C|$

$$\left|\frac{f - d'_C}{f}\right|$$

Với $d'_C = -OC_c = -D = -25$ cm $\Rightarrow G_C = 6$.

Bài 4.6. Giải: D = 12.5điôp

+ Ngắm chừng khi mắt không điều tiết là ngắm chừng vô cực.

$$G = \frac{D}{f} = \frac{25}{f}.\ \text{Vì } D = 12.5 \rightarrow f = \frac{1}{D} = 0.08\ (m)$$

f = 8cm

Suy ra: $G = \frac{25}{8} = 3.125$

Bài 4.7. Giải: $d_1 = 2.4cm \rightarrow d_1 = \frac{d'_1 f}{d'_1 - f} = \frac{2.4\ .\ 4}{2.4 - 4} = -6cm$

$\rightarrow OC_c = 6 + 5 = 11cm$

$d_2 = 3.75cm \rightarrow d_2 = \frac{d'_2 f}{d'_2 - f} = \frac{3.75\ .\ 4}{3.75 - 4} = -60cm \rightarrow OC_v = 60 + 5 = 65cm$

Vậy $C_c \rightarrow C_v$ là 11 → 65(cm).

Bài 4.8. Giải: Kính lúp có X6,25 ⇔ $G_\infty = 6,25 = \frac{25}{f}$

$$f = \frac{25}{6,25} = 4 \text{ (cm)}$$

Khi này người quan sát ở cực cận: d' = – 12cm.

$$d = \frac{-12 \cdot 4}{-12-4} = \frac{12 \cdot 4}{16} = 3\text{cm}$$

$$\bullet\ k = -\frac{d'}{d} = -\frac{-12}{3} = 4$$

Số bội giác: $G = k.\frac{Đ}{d' + l} = 4$

Vậy số bội giác G = k = 4.

5. KÍNH HIỂN VI

I. BÀI TẬP MẪU

Bài 5.1. Một kính hiển vi có vật kính với tiêu cự f_1 = 1 cm và thị kính với tiêu cự f_2 = 4 cm. Hai thấu kính cách nhau 17 cm.

a) Tính độ bội giác của kính trong trường hợp ngắm chừng ở vô cực. Lấy Đ = 25cm.

b) Tính độ bội giác của kính trong trường hợp ngắm chừng ở điểm cực cận.

Giải: a) $G_\infty = 75$; Áp dụng công thức $G_\infty = \frac{\delta.Đ}{f_1.f_2}$

Với $\delta = L - (f_1 + f_2) = 17 - 5 = 12$ cm ; Đ = 25 cm ; f_1 = 1cm ; f_2 = 4cm ta được: $G_\infty = 75$.

b) $G_C = k_C = 91$.

Khi ngắm chừng ở điểm cực cận thì ảnh cuối A_2B_2 qua kính sẽ nằm ở điểm cực cận của mắt. Do đó ta có:

$$\tan\alpha = \frac{A_2B_2}{Đ} = \left(\frac{A_2B_2}{AB}\right).\frac{AB}{Đ} = k_C.\frac{AB}{Đ}$$

$$\tan\alpha_0 = \frac{AB}{Đ}$$

Suy ra $G_C = \left(\frac{k_C.AB}{Đ}\right) : \left(\frac{AB}{Đ}\right) = k_C = \left|\left(\frac{d'_2}{d_2}\right).\left(\frac{d'_1}{d_1}\right)\right|$.

Tính toán các giá trị d'_2, d_2, d'_1 và d_1 thay vào biểu thức trên cho ta kết quả

$G_C = k_C = 91$.

Bài 5.2. Một kính hiển vi có vật kính với tiêu cự $f_1 = 4$ mm, thị kính với tiêu cự $f_2 = 20$ mm và độ dài quang học $\delta = 156$ mm. Người quan sát có mắt bình thường với điểm cực cận cách mắt một khoảng Đ = 250 mm. Mắt đặt tại tiêu điểm ảnh của thị kính. Hãy xác định:

a) Khoảng cách từ vật đến vật kính trong trường hợp ngắm chừng này.

b) Độ bội giác trong trường hợp ngắm chừng ở vô cực

c) Góc trông ảnh, biết AB = 2μm.

Giải: a) $4{,}1015 \text{ mm} \le d \le 4{,}1026 \text{ mm}$.

Cần phải xác định khoảng cách từ vật đến vật kính trong hai trường hợp:

- Ngắm chừng ở vô cực: ảnh A_1B_1 hiện ở F_2 nên $d'_1 = f_1 + \delta = 4 + 156 = 160$mm

suy ra $d_1 = \dfrac{d'_1.f_1}{d'_1 - f_1} = \dfrac{160.4}{160 - 4} = 4{,}1026$mm

- Ngắm chừng ở điểm cực cận: ảnh ảo A_2B_2 hiện ở điểm cực cận ta có d'_2 = Đ − 2 = 25− 2 =23 cm, suy ra $d_2 = (-23.2)/(-23-2) = 1{,}84$cm = 18,4mm

Áp dụng công thức $d'_1 = l - d_2 = 180\text{mm} - 18{,}4 = 161{,}6$ mm.

Suy ra $d_1 = d_1 = \dfrac{d'_1.f_1}{d'_1 - f_1} = \dfrac{161{,}6.4}{161{,}6 - 4} = 4{,}1015$mm

b) $G_\infty = 487{,}5$. Cách tính G_∞ tương tự như ở trên.

Độ bội giác trong trường hợp ngắm chừng ở vô cực $G_\infty = \dfrac{\delta.Đ}{f_1.f_2} = 487{,}5$

c) $\alpha_\infty = 39.10^{-4}$ rad.

Tính góc trông ảnh trong trường hợp khi ngắm chừng ở vô cực (ảnh A_1B_1 nằm tại tiêu điểm vật của thị kính).

$$\alpha_\infty \approx \tan\alpha_\infty = \frac{A_1B_1}{f_2} = \frac{k_1.AB}{f_2} = 39.10^{-4} \text{ rad}.$$

2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 5.3. Vật kính và thị kính của một kính hiển vi có tiêu cự lần lượt là $f_1 = 0{,}4$ cm và $f_2 = 2{,}4$cm. Khoảng cách giữa hai kính là 18 cm. Một người mắt tốt đặt mắt sát sau thị kính quan sát một vật nhỏ AB mà không điều tiết. Vị trí của AB so với vật kính là d_1 bằng bao nhiêu?

Bài 5.4. Vật kính và thị kính của một kính hiển vi có tiêu cự lần lượt là $f_1 = 0{,}5$ cm và $f_2 = 5$ cm. Khoảng cách giữa hai kính là 18,5 cm. Một người mắt tốt đặt mắt sát sau thị kính quan sát một vật nhỏ AB mà không điều tiết. Độ bội giác của kính G khi đó bằng bao nhiêu?

Bài 5.5. Vật kính và thị kính của một kính hiển vi có tiêu cự lần lượt là $f_1 =$ 1cm và $f_2 =$ 4 cm. Một người mắt tốt đặt mắt sát sau thị kính quan sát một vật nhỏ AB mà không điều tiết. Độ bội giác của kính khi đó là $G = 90$. Khoảng cách giữa vật kính và thị kính bằng bao nhiêu?

Bài 5.6. Một kính hiển vi có tiêu cự vật kính và thị kính lần lượt là $f_1 =$ 1cm và $f_2 =$ 4cm, khoảng cách giữa vật kính và thị kính là 20cm. Người quan sát có điểm cực cận cách mắt 20cm và điểm cực viễn ở vô cực, quan sát một vật nhỏ qua kính trong trạng thái mắt không điều tiết (mắt sát thị kính). Độ bội giác của kính hiển vi khi đó là bao nhiêu?

Bài 5.7. Một kính hiển vi gồm vật kính L_1 có tiêu cự $f_1 =$ 0,5cm và thị kính L_2 có tiêu cự $f_2 =$ 2cm ; khoảng cách giữa thị kính và vật kính $O_1O_2 =$ 12.5cm. Để có ảnh ở vô cực, vật cần quan sát phải đặt trước vật kính một khoảng d_1 bằng bao nhiêu?

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 5.3. Giải: Ta có: $f_1 = 0.4$ cm ; $f_2 = 2.4$ cm.

Sơ đồ tạo ảnh: $AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2$

$$d_1 \qquad d_1',\ d_2 \qquad d_2'$$

Một người mắt tốt đặt mắt sát sau thị kính quan sát một vật nhỏ AB mà không điều tiết, nên: $d_2' = \infty \Rightarrow d_2 = f_2 = 2.4$ cm

$$O_1O_2 = d_1' + d_2 = 18 \text{ cm}$$

$$d_1' = 15.6 \text{ cm} \Rightarrow d_1 = 0.41 \text{ cm}.$$

Bài 5.4. Giải:

Ta có: $f_1 = 0.5$ cm ; $f_2 = 5$ cm

Sơ đồ tạo ảnh: $AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2$

$$d_1 \qquad d_1',\ d_2 \qquad d_2'$$

Một người mắt tốt đặt mắt sát sau thị kính quan sát một vật nhỏ AB mà không điều tiết, nên: $d_2' = \infty \Rightarrow d_2 = f_2 = 5$ cm

$$O_1O_2 = d_1' + d_2 = 18.5 \text{ cm} \Rightarrow d_1' = 13.5 \text{ cm}$$

Số bội giác của kính G khi đó bằng: $G = |k_1|G_2 = \left|\dfrac{f_1 - d_1'}{f_1}\right| . \dfrac{Đ}{f_2} = 130$

Bài 5.5. Giải:

Ta có: $f_1 = 1$cm ; $f_2 = 4$ cm

Sơ đồ tạo ảnh: $AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2$

$$d_1 \qquad d_1',\ d_2 \qquad d_2'$$

Một người mắt tốt đặt mắt sát sau thị kính quan sát một vật nhỏ AB mà không điều tiết, nên: $d'_2 = \infty \Rightarrow d_2 = f_2 = 4$ cm

Số bội giác của kính G khi đó bằng:

$$G = |k_1|G_2 = \left|\frac{f_1 - d_1}{f_1}\right| . \frac{Đ}{f_2} = 90 \Rightarrow d_1 = 15.4 \text{ cm}$$

$$O_1O_2 = d_1 + d_2 = 19.4 \text{ cm.}$$

Bài 5.6. Giải: Đ = 20cm, đây là ngắm chừng ở vô cực nên

$$G = \frac{\delta Đ}{f_1 f_2} ; \delta = O_1O_2 - (f_1 + f_2) = 20 - 5 = 15\text{cm}$$

$$\text{Vậy } G = \frac{15 . 20}{1 . 4} = 15. 5 = 75.$$

Bài 5.7. Giải: Gọi d_1 là khoảng cách từ vật AB đến vật kính, d'_1 là khoảng cách từ ảnh A_1B_1 đến vật kính, d_2 là khoảng cách từ ảnh A_1B_1 đến thị kính (đối với thị kính, A_1B_1 đóng vai trò vật thật), d'_2 là khoảng cách từ ảnh cuối cùng đến thị kính. Muốn ảnh cuối cùng ở vô cực thì phải điều chỉnh sao cho ảnh A_1B_1 nằm tại tiêu điểm F_2 của thị kính. Từ đây suy ra:

$$d'_1 = O_1F_2 = f_1 + [O_1O_2 - (f_1 + f_2)] =$$
$$= 0.5 + [12.5 - (0.5 + 2)] = 10.5\text{cm.}$$

$$\text{Vậy } d_1 = \frac{d'_1 f_1}{d'_1 - f_1} = \frac{10.5.0.5}{10.5 - 0.5}\text{cm} = 5.25\text{mm.}$$

VI. KÍNH THIÊN VĂN

I. BÀI TẬP MẪU

Bài 6.1. Vật kính và thị kính của một loại kính thiên văn có tiêu cự lần lượt là +168 cm và +4,8cm. Khoảng cách giữa hai kính và độ bội giác của kính thiên văn khi ngắm chừng ở vô cực tương ứng là bao nhiêu?

Giải: Vì tiêu điểm trùng nhau nên ta có khoảng cách giữa hai kính:

$$L = f_1 + f_2 = 168 + 4.8 = 172.8 \text{ cm}$$

$$\text{Độ bội giác } G = \frac{f_1}{f_2} = 35.$$

Bài 6.2. Một kính thiên văn khúc xạ được điều chỉnh cho một người có mắt bình thường nhìn được ảnh rõ nét của vật ở vô cực mà không phải điều tiết. Khi đó vật kính và thị kính cách nhau 62 cm và độ bội giác G = 30.

a) Xác định tiêu cự của vật kính và thị kính.

b) Vật quan sát là Mặt Trăng có góc trông $\alpha_0 = \left(\frac{1}{100}\right)$ rad. Tính đường kính của ảnh Mặt Trăng cho bởi vật kính.

Giải: a) Điều kiện đầu bài cho là ngắm chừng ở vô cực. Từ điều kiện này ta viết được hệ phương trình:

$$\begin{cases} f_1 + f_2 = 62 \text{ cm} \\ \dfrac{f_1}{f_2} = 30 \end{cases}$$

Giải hệ, ta xác định tiêu cự của vật kính và thị kính là $f_1 = 60$ cm ; $f_2 = 2$ cm.

b) Đường kính của ảnh Mặt Trăng cho bởi vật kính chính là đường kính ảnh A_1B_1.

Có $\alpha_0 \approx \tan\alpha_0 = \dfrac{A_1B_1}{f_1}$. Từ biểu thức này ta tính được $A_1B_1 = \alpha_0.f_1 = 0{,}6$ cm.

II. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 6.3. Vật kính của một kính thiên văn học sinh có tiêu cự $f_1 = 1{,}2$ m ; thị kính là thấu kính hội tụ có tiêu cự $f_2 = 4$ cm. Tính khoảng cách giữa hai kính và số bội giác của kính thiên văn trong trường hợp ngắm chừng ở vô cực.

Bài 6.4. Năm 1610, Ga-li-lê đã quan sát thấy 4 vệ tinh của Mộc Tinh. Ganymede là một trong 4 vệ tinh đó và là vệ tinh lớn nhất trong số các vệ tinh của các hành tinh trong hệ Mặt Trời. Đường kính xích đạo của nó khoảng 5.262 km. Nếu Ga-li-lê muốn quan sát thấy vệ tinh này khi nó cách xa Trái Đất là 630.000.000 km thì ông phải dùng kính thiên văn có số bội giác ít nhất là bao nhiêu?

Bài 6.5. Vật kính và thị kính của một kính thiên văn cách nhau 104 cm. Một người quan sát đặt mắt sát sau thị kính quan sát một vật ở rất xa trong điều kiện ngắm chừng ở vô cực. Tiêu cự của vật kính là $f_1 = 100$ cm. Độ bội giác của kính bằng bao nhiêu?

Bài 6.6. Một kính thiên văn có tiêu cự vật kính $f_1 = 160$cm, thị kính $f_2 = 5$cm. Một người mắt không có tật sử dụng kính đó quan sát Mặt Trăng ở trạng thái mắt không điều tiết. Khoảng cách giữa hai kính và độ bội giác của ảnh khi đó là bao nhiêu?

GIẢI BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 6.3. Giải: a) Khi ngắm chừng ở vô cực thì tiêu điểm ảnh của vật kính trùng với tiêu điểm vật của thị kính, cho nên khoảng cách giữa hai kính $L = f_1 + f_2$.

Vậy khoảng cách giữa hai kính: $L = f_1 + f_2 = 1{,}24$ m.

b) Để tính số bội giác khi ngắm chừng ở vô cực, ta áp dụng công thức

$G_\alpha = \dfrac{f_1}{f_2}$. Vậy số bội giác $G_\alpha = \dfrac{f_1}{f_2} = 120/4 = 30$.

Bài 6.4. Giải: $G \geq 34,7$.

Để tính độ bội giác tối thiểu G của kính mà Ga-li-lê dùng, ta cần tính độ lớn góc $\alpha_0 = d/L$,với d = 5262 km; $L = 63.10^7$km, ta được $\alpha_0 = 8,35.10^{-6}$.

Sau đó tính G qua biểu thức: $G \geq \frac{\alpha}{\alpha_0} = 34.7$.

với α là năng suất phân li của mắt, coi có giá trị bằng 1' = $2.9.10^{-4}$ rad

Bài 6.5. Giải.

Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2$$

$d_1 \qquad d_1', d_2 \qquad d_2'$

$d_1 = \infty \Rightarrow d_1' = f_1 = 100$ cm

$d_2' = -\infty \Rightarrow d_2 = f_2$

Khoảng cách giữa hai kính đó bằng:

$O_1O_2 = d_1' + d_2 = f_1 + f_2 = 104$ cm $\Rightarrow f_2 = 4$ cm

Số bội giác của kính bằng: $G_\infty = \frac{f_1}{f_2} = 25$.

Bài 6.6. Giải: Ngắm chừng vô ở cực nên $f_1 + f_2 = O_1O_2 = 160 + 5 = 165$ (cm)

$$G = \frac{f_1}{f_2} = \frac{160}{5} = 32.$$

C. CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

I. LĂNG KÍNH

1 Một tia sáng chiếu vào một lăng kính thủy tinh có góc chiết quang nhỏ dưới một góc tới cũng nhỏ. Có thể tính được góc lệch cực tiểu của tia sáng đó khi đi qua lăng kính, nếu ta có các số liệu:

A. góc chiết quang của lăng kính, góc tới và chiết suất tuyệt đối của thủy tinh;

B. góc tới và chiết suất tương đối của thủy tinh ;

C. góc chiết quang của lăng kính và chiết suất tương đối của thủy tinh ;

D. góc giới hạn đối với thủy tinh và chiết suất tuyệt đối của môi trường bao quanh lăng kính.

2. Một lăng kính thủy tinh có góc chiết quang A rất nhỏ và có chiết suất n. Chiếu một tia sáng, nằm trong một tiết diện thẳng, vuông góc với một mặt bên của lăng kính. Biểu thức nào sau đây đúng với biểu thức tính góc lệch D của tia ló so với tia tới?

A. $D = (2n - 1)A$ B. $D = (n - \frac{1}{2})A$

C. $D = (n - 1)A$ D. $D = (2n + 1)A$.

3. Chọn câu trả lời ***sai***

A. Lăng kính là môi trường trong suốt đồng tính và đẳng hướng được giới hạn bởi hai mặt phẳng không song song.

B. Tia sáng đơn sắc qua lăng kính sẽ luôn luôn bị lệch về phía đáy.

C. Tia sáng không đơn sắc qua lăng kính thì chùm tia ló sẽ bị tán sắc.

D. Góc lệch của tia đơn sắc qua lăng kính là D = i + i' − A.

4. Chọn câu trả lời **đúng**

A. Góc lệch của tia sáng đơn sắc qua lăng kính là D = i + i' − A

B. Khi góc tới i tăng dần thì góc lệch D giảm dần, qua một cực tiểu rồi tăng dần.

C. Khi lăng kính ở vị trí có góc lệch cực tiểu thì tia tới và tia ló đối xứng với nhau qua mặt phẳng phân giác của góc chiết quang A.

D. Tất cả đều đúng.

5. Một lăng kính có góc chiết quang A nhỏ. Chiếu một tia sáng tới lăng kính với góc tới nhỏ. Góc lệnh của tia sáng qua lăng kính là D. Chiết suất của lăng kính là:

A. $n = \frac{D}{A} - 1$. B. $n = \frac{D}{A} + 1$ C. $n = \frac{A}{D - A}$. D. $n = \frac{A}{D + A}$.

6. Một lăng kính có chiết suất n, góc chiết quang A nhỏ. Chiếu một tia sáng đơn sắc tới vuông góc với mặt bên của lăng kính, góc lệnh của tia ló so với tia tới là:

A. $D = (2n - 1)A$. B. $D = (n - \frac{1}{2})A$. C. $D = (n - 1)A$. D. nA.

II. THẤU KÍNH MỎNG

7. Khi một vật dịch chuyển lại gần một thấu kính, thì ảnh của nó qua thấu kính:

A. Đi ra xa thấu kính.

B. Cũng lại gần.

C. Đi ra xa nếu thấu kính hội tụ, và lại gần nếu thấu kính phân kì.

D. Đi ra xa nếu vật và ảnh ở hai bên thấu kính, và lại gần nếu vật và ảnh ở cùng một bên.

8. Chọn câu **sai** khi nói về đặc điểm của thấu kính.

A. Một thấu kính có vô số các tiêu điểm phụ.

B. Một thấu kính có vô số các trục phụ.

C. Ứng với mỗi trục phụ chỉ có hai tiêu điểm phụ.

D. Mặt phẳng chứa các tiêu điểm chính của thấu kính gọi là tiêu diện của thấu kính.

9. Chọn câu **sai.**

Với thấu kính hội tụ, vật thật:

A. nằm trong khoảng $0 < d < f$ cho ảnh ảo lớn hơn vật

B. nằm trong khoảng $f < d < 2f$ cho ảnh thật nhỏ hơn vật

C. cách thấu kính một khoảng $d = 2f$ cho ảnh thật cao bằng vật

D. nằm trong khoảng $2f < d < \infty$ cho ảnh thật nhỏ hơn vật

10. Chọn câu **sai.**

A. Một chùm sáng song song với trục chính của thấu kính hội tụ, chùm tia ló hội tụ tại tiêu điểm chính.

B. Vật thật qua thấu kính cho ảnh thật thì thấu kính đó là thấu kính hội tụ.

C. Một tia sáng bất kì tới thấu kính hội tụ, tia ló sẽ luôn luôn cắt trục chính.

D. Vật thật nằm trong khoảng tiêu cự (trong OF) của thấu kính hội tụ cho ảnh ảo lớn hơn vật, cùng chiều với vật.

11. Chọn câu **đúng**.

Ảnh của một vật thật qua thấu kính phân kì **không** bao giờ...

A. là ảnh thật   B. là ảnh ảo

C. cùng chiều với vật   D. nhỏ hơn vật

12. Chọn câu trả lời **đúng**

So với vật của nó, ảnh thật được tạo thành bởi một thấu kính bao giờ cũng:

A. cùng chiều.   B. ngược chiều.

C. nhỏ hơn.   D. lớn hơn.

13. Chọn câu trả lời **đúng**

Một vật ở ngoài tiêu cự của một thấu kính hội tụ bao giờ cũng có ảnh:

A. ngược chiều với vật.   B. ảo

C. cùng kích thước với vật.   D. nhỏ hơn vật.

14. Chọn câu trả lời **đúng**

Ảnh của một vật thật được tạo bởi một thấu kính phân kì không bao giờ:

A. là ảnh thật.   B. là ảnh ảo.

C. cùng chiều.   D. nhỏ hơn vật.

15. Chọn câu trả lời **đúng**

Độ phóng đại ảnh qua một dụng cụ quang học âm ($k < 0$) tương ứng với ảnh

A. cùng chiều với vật.   B. ngược chiều với vật.

C. nhỏ hơn vật.   D. lớn hơn vật.

16. Chọn câu trả lời ***sai***

A. Thấu kính hội tụ có hai mặt lồi hoặc một mặt phẳng và một mặt lồi.

B. Thấu kính phân kì có hai mặt lõm hoặc một mặt phẳng và một mặt lõm.

C. Thấu kính hội tụ có một mặt lồi và một mặt lõm thì mặt lồi có bán kính lớn hơn.

D. Thấu kính phân kì có một mặt lồi và một mặt lõm thì mặt lõm có bán kính nhỏ hơn.

17. Chọn câu trả lời ***sai***

A. Thấu kính hội tụ có rìa (mép) mỏng hơn ở giữa.

B. Thấu kính phân kì có rìa (mép) dày hơn ở giữa.

C. Chùm tia sáng hội tụ qua thấu kính hội tụ thì chùm tia ló hội tụ.

D. Chùm tia sáng hội tụ qua thấu kính phân kì thì chùm tia ló phân kì.

18. Chọn câu trả lời ***sai***

Đối với thấu kính phân kì:

A. Tia sáng qua quang tâm O sẽ truyền thẳng.

B. Tia sáng tới song song với trục chính thì tia ló sẽ đi qua tiêu điểm ảnh chính F'

C. Tia sáng tới có phương kéo dài qua tiêu điểm vật chính F thì tia ló song song với trục chính.

D. Tia sáng tới qua tiêu điểm ảnh chính F' thì tia ló không song song với trục chính.

19. Chọn câu trả lời **đúng**

Đối với thấu kính hội tụ:

A. Vật ảo luôn luôn cho ảnh thật cùng chiều lớn hơn vật.

B. Vật thật ở trong khoảng OF sẽ có ảnh ảo cùng chiều nhỏ hơn vật.

C. Vật thật ở ngoài khoảng OF có thể có ảnh thật nhỏ hơn hoặc lớn hơn vật.

D. Tất cả đều đúng.

20. Chọn câu trả lời **đúng**

A. Đối với thấu kính phân kì thì vật và ảnh di chuyển ngược chiều.

B. Đối với thấu kính hội tụ thì vật và ảnh di chuyển cùng chiều.

C. Đối với gương cầu lõm thì vật và ảnh di chuyển cùng chiều.

D. B và C đúng.

21. Chọn câu trả lời **đúng**

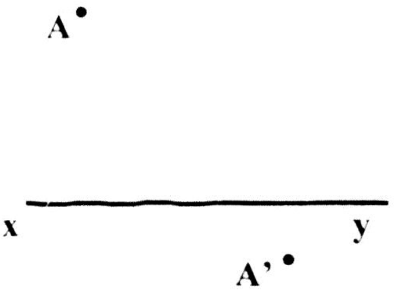
Trong ba hình vẽ sau: xy là trục chính, O là quang tâm của thấu kính; A là vật sáng và A' là ảnh của A.

A. Hình 34a là ứng với thấu kính phân kì.

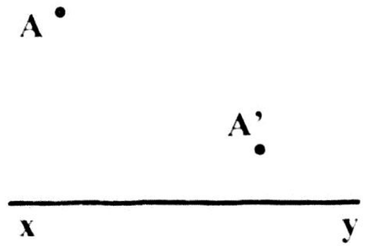
B. Hình 34b là ứng với thấu kính hội tụ.

C. Hình 134c là ứng với thấu kính phân kì.

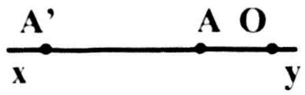
D. Tất cả đều sai.



Hình 34a



Hình 34b



Hình 34c

22. Chọn câu trả lời **đúng**

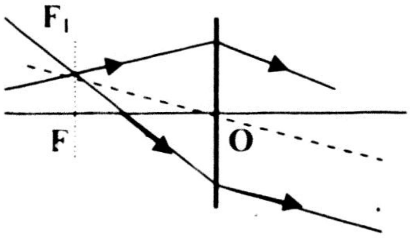
Hình 35 là đường đi của hai tia sáng qua một thấu kính đặt tại O:

A. Thấu kính trên là thấu kính hội tụ.

B. Thấu kính trên là thấu kính phân kì.

C. F là tiêu điểm ảnh chính.

D. F_1 là tiêu điểm ảnh phụ.



Hình 35

23. Chọn câu trả lời ***sai***

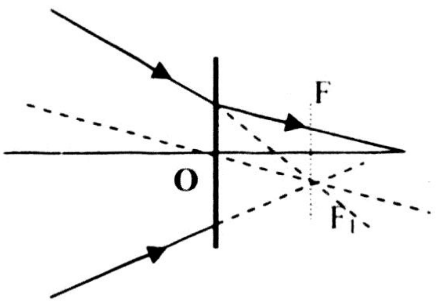
Hình 36 là đường đi của hai tia sáng qua một thấu kính đặt tại tại O:

A. Thấu kính trên là thấu kính hội tụ.

B. Thấu kính trên là thấu kính phân kì.

C. F là tiêu điểm vật chính.

D. F_1 là tiêu điểm vật phụ.



Hình 36

24. Chọn câu trả lời **đúng**

Tính chất của thấu kính:

A. Thấu kính hội tụ luôn tạo chùm tia ló là chùm hội tụ.

B. Thấu kính phân kì có thể tạo ảnh lớn hơn vật.

C. Ảnh của vật tạo bởi cả hai loại thấu kính đều có kích thước khác vật.

D. Ảnh tạo bởi vật qua thấu kính nếu có cùng tính chất (thật, ảo) thì luôn cùng chiều nhau và ngược lại.

II. MẮT

25. Chọn câu trả lời **đúng**

Khi mắt không điều tiết thì ảnh của điểm cực cận C_c của mắt bình thường được tạo ra:

A. tại điểm vàng V.

B. trước điểm vàng V.

C. sau điểm vàng V.

D. Không xác định được vì không có ảnh.

26. Chọn câu trả lời **đúng**

Khi mắt điều tiết tối đa thì ảnh của điểm cực viễn C_v của mắt bình thường được tạo ra:

A. tại điểm vàng V.

B. trước điểm vàng V.

C. sau điểm vàng V.

D. Không xác định được vì không có ảnh.

27. Chọn câu trả lời **đúng**

Mắt có thể phân biệt được hai điểm A và B khi:

A. A và B ở trong giới hạn thấy rõ của mắt.

B. Góc trông vật phải lớn hơn năng suất phân li của mắt.

C. A và B phải đủ xa để các ảnh A` và B’ ít nhất phải nằm trên hai tế bào nhạy sáng nằm cạnh nhau trên võng mạc.

D. Cả A, B, C đều đúng.

28. Chọn câu trả lời **đúng**

A. Thủy tinh thể của mắt coi như một thấu kính hội tụ mềm, trong suốt, có tiêu cự thay đổi được.

B. Thủy tinh thể ở giữa hai môi trường trong suốt là thủy dịch và dịch thủy tinh.

C. Màng mống mắt không trong suốt, có màu đen, xanh hay nâu ở sát mặt trước của thủy tinh thể.

D. Tất cả đều **đúng**.

39. Điều nào sau đây là sai khi nói về sự điều tiết của mắt?

A. Mắt thay đổi độ tụ của thủy tinh thể để ảnh của vật hiện rõ nét trên võng mạc.

B. Mắt thay đổi độ cong của thủy tinh thể để ảnh của vật hiện rõ nét trên võng mạc.

C. Mắt thay đổi khoảng cách giữa võng mạc và thuy tinh thể để ảnh hiện rõ nét trên võng mạc.

D. Thay đổi tiêu cự của thủy tinh thể để ảnh của vật hiện rõ nét trên võng mạc.

30. Phát biểu nào trong các phát biểu sau là **đúng** khi nói về các đặc điểm của mắt?

A. Điểm vàng là một vùng nhỏ trên võng mạc của mắt rất nhạy với ánh sáng, nằm gần với giao điểm của trục chính của mắt với võng mạc.

B. Điểm cực viễn là điểm xa mắt nhất mà đặt vật tại đó, mắt còn có thể nhìn rõ vật mà không phải điều tiết.

C. Điểm cực cận là điểm gần nhất trên trục chính của mắt mà đặt vật tại đó mắt còn có thể nhìn rõ trong điều kiện điều tiết tối đa.

D. A, B và C đều đúng.

31. Điều nào sau đây là **sai** khi nói về cấu tạo và các đặc điểm của mắt?

A. Về phương diện quang hình học, mắt giống như một máy ảnh.

B. Thủy tinh thể của mắt tương tự như vật kính của máy ảnh tức là không thể thay đổi được tiêu cự.

C. Bất kì mắt nào (mắt bình thường hay bị tật cận thị hay viễn thị) đều có hai điểm đặc trưng gọi là điểm cực cận và điểm cực viễn.

D. Đối với mắt không có tật, điểm cực viễn của mắt ở vô cùng.

32. Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về điểm cực viễn của mắt?

A. Điểm cực viễn là vị trí xa mắt nhất.

B. Điểm cực viễn là vị trí mà khi đặt vật tại đó, cho ảnh hiện đúng trên võng mạc khi mắt không điều tiết.

C. Điểm cực viễn là vị trí mà khi đặt vật tại đó mắt có thể nhìn thấy nếu điều tiết tối đa.

D. A, B và C đều đúng.

33. Điểm cực viễn của mắt là:

A. điểm xa nhất mà mắt còn nhìn rõ.

B. điểm ở xa vô cùng trên trục nhìn.

C. điểm xa nhất trên trục nhìn mà đặt vật ở đấy mắt còn nhìn thấy rõ.

D. điểm mà nhìn vào đó, mắt không phải điều tiết.

34. Điểm cực cận của mắt là:

A. Điểm gần nhất trên trục nhìn mà đặt vật ở đấy, mắt còn nhìn thấy rõ.

B. Điểm trên trục nhìn, cách mắt 25cm.

C. Điểm gần nhất mà mắt còn nhìn rõ.

D. Điểm xa nhất mà người cận thì còn thấy rõ.

35. Mắt không có tật là mắt:

A. khi không điều tiết, có tiêu điểm nằm trên võng mạc ;

B. khi điều tiết, có tiêu điểm nằm trên võng mạc ;

C. khi không điều tiết, có tiêu điểm nằm trước võng mạc ;

D. khi điều tiết, có tiêu điểm nằm trước võng mạc.

36. Mắt điều tiết mạnh nhất khi quan sát vật đặt ở:

A. điểm cực viễn. B. điểm cực cận.

C. trong giới hạn nhìn rõ của mắt. D. cách mắt 25cm.

37. Năng suất phân li của mắt là:

A. độ dài của vật nhỏ nhất mà mắt quan sát được.

B. góc trông lớn nhất mà mắt quan sát được.

C. góc trông nhỏ nhất giữa hai điểm mà mắt còn phân biệt được.

D. số đo thị lực của mắt.

38. Trường hợp nào trong các trường hợp sau, mắt nhìn thấy ở xa vô cực?

A. Mắt không có tật, không điều tiết. B. Mắt cận thị, không điều tiết.

C. Mắt viễn thị, không điều tiết. D. Mắt không có tật và điều tiết tối đa.

39. Điều nào sau đây là ***sai*** khi nói về tật cận thị?

A. Khi không điều tiết, mắt cận thị có tiêu điểm nằm trước võng mạc.

B. Điểm cực viễn và điểm cực cận của mắt cận thị đều gần hơn so với mắt bình thường.

C. Để sửa tật cận thị phải đeo kính phân kì có tụ số thích hợp.

D. Để sửa tật cận thị phải đeo kính hội tụ có tụ số thích hợp.

40. Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về tật cận thị của mắt?

A. Mắt cận thị là mắt không nhìn rõ được những vật ở xa.

B. Đối với mắt cận thị, khi không điều tiết, tiêu điểm của thủy tinh thể nằm trước võng mạc.

C. Điểm cực cận của mắt cận thị ở gần mắt hơn so với mắt bình thường.

D. A, B và C đều đúng.

41. Theo định nghĩa, mắt cận thì là mắt:

A. Chỉ có khả năng nhìn gần.

B. Có điểm cực viễn ở cách mắt một khoảng hữu hạn.

C. Có điểm cực cận ở gần mắt hơn, so với mắt thường.

D. Ở trạng thái không điều tiết, có tiêu điểm ở trước võng mạc.

42. Theo định nghĩa, mắt viễn thị là mắt:

A. Chỉ có khả năng nhìn xa.

B. Có điểm cực cận ở xa mắt hơn so với mắt thường.

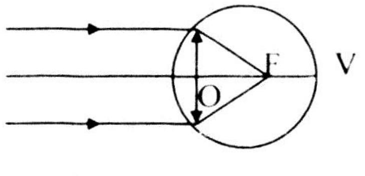
C. Nhìn rõ các vật ở xa vô cùng, như mắt thường, nhưng không nhìn rõ các vật ở gần.

D. Ở trạng thái không điều tiết, có tiêu điểm ở sau võng mạc.

43. Quan sát hình 44 (O, F, V lần lượt là quang tâm thủy tinh thể, tiêu điểm của mắt và điểm vàng), hãy cho biết đó là mắt gì?

A. Cận thị. B. Viễn thị.

C. Mắt không có tật. D. Mắt người già.



Hình 44

44. Chọn câu **đúng**.

Kính sửa tật cận thị của mắt là

A. thấu kính hội tụ để nhìn rõ vật ở xa vô cực mà mắt không điều tiết

B. thấu kính hội tụ để nhìn rõ ảnh thật của các vật ở rất gần

C. thấu kính phân kì để nhìn rõ vật ở xa vô cực mà mắt không điều tiết

D. thấu kính phân kì để nhìn rõ các vật ở rất gần mắt.

45. Chọn câu **đúng.**

Đối với mắt không có tật, khi quan sát vật đặt tại điểm cực viễn thì

A. thủy tinh thể của mắt có độ tụ nhỏ nhất

B. khoảng cách từ quang tâm của thủy tinh thể tới võng mạc của mắt là lớn nhất

C. mắt nhìn vật với góc trông cực đại

D. thủy tinh thể của mắt có độ tụ lớn nhất

46. Chọn câu trả lời ***sai***

A. Sự điều tiết là sự thay đổi độ cong các mặt giới hạn của thủy tinh thể để ảnh hiện rõ trên võng mạc.

B. Khi mắt điều tiết thì tiêu cự của thủy tinh thể thay đổi.

C. Khi mắt điều tiết thì khoảng cách giữa thủy tinh thể và võng mạc thay đổi.

D. Mắt chỉ có thể điều tiết khi vật ở trong giới hạn thấy rõ.

47. Chọn câu trả lời **đúng nhất.**

Một người cận thị thử kính và nhìn rõ vật ở vô cực đã quyết định mua kính đó:

A. Người đó đã chọn thấu kính hội tụ.

B. Người đó đã chọn thấu kính phân kì.

C. Có thể khẳng định cách chọn kính như trên là chính xác.

D. Cả A và C đều đúng.

48. Chọn câu trả lời **đúng**

Mắt bị tật cận thị

A. có tiêu điểm ảnh F' ở sau võng mạc.

B. nhìn vật ở xa phải điều tiết mới thấy rõ.

C. phải đeo kính sát mắt mới thấy rõ.

D. có điểm cực viễn cách mắt khoảng 2m trở lại.

49. Chọn câu trả lời **đúng**

Mắt bị tật viễn thị:

A. có tiêu điểm ảnh F' ở trước võng mạc.

B. nhìn vật ở xa phải điều tiết.

C. đeo kính hội tụ hoặc phân kì thích hợp để thấy rõ vật ở xa.

D. có điểm cực viễn ở vô cực.

50. Chọn câu trả lời **đúng**

Gọi độ tụ của các loại mắt khi không điều tiết là:

D_1 = Mắt thường (không tật); D_2 = Mắt cận ; D_3 = Mắt viễn. So sánh độ tụ giữa chúng ta có:

A. $D_1 > D_2 > D_3$

B. $D_2 > D_1 > D_3$

C. $D_3 > D_1 > D_2$

D. Một kết quả khác A, B, C

51. Chọn câu trả lời **đúng**

Gọi độ tụ của các loại mắt khi điều tiết tối đa là:

D_1 = Mắt thường (không tật); D_2 = Mắt cận ; D_3 = Mắt viễn. So sánh độ tụ giữa chúng ta có:

A. $D_1 > D_2 > D_3$

B. $D_2 > D_1 > D_3$

C. $D_3 > D_1 > D_2$

D. Một kết quả khác A, B, C

52. Chọn câu trả lời **đúng**

Để ảnh của vật hiện ra tại điểm vàng V thì vật phải đặt tại:

A. C_v khi mắt không điều tiết.

B. C_c khi mắt điều tiết tối đa.

C. một điểm trong khoảng C_cC_v khi mắt điều tiết thích hợp.

D. Cả A, B, C đều đúng.

III. KÍNH LÚP. KÍNH HIỂN VI. KÍNH THIÊN VĂN

53. Vì sao khi dùng kính lúp ta thường sử dụng cách ngắm chừng ở vô cực?

A. Vì ở đây ảnh nhìn rõ nhất.

B. Vì ở đây ảnh có độ phóng đại lớn nhất.

C. Vì ở đây ảnh có độ bội giác lớn nhất.

D. Vì ở đây mắt không phải điều tiết, độ bội giác không phụ thuộc vào vị trí mắt.

54. Quan sát một vật nhỏ qua kính lúp hoặc kính hiển vi, thì người thu được độ bội giác lớn nhất là người:

A. cận thị.	B. có thị giác bình thường.
C. viễn thị.	D. cao tuổi, có mắt lão.

55. Nhận định nào sau đây là ***sai***:

A. Trong kính hiển vi, tiêu cự của vật kính nhỏ hơn rất nhiều so với tiêu cự của thị kính ;

B. Trong kính thiên văn, tiêu cự của vật kính lớn hơn rất nhiều so với tiêu cự của thị kính ;

C. Từ hai nhận xét A và B ta rút ra kết luận: Kính thiên văn có thể chuyển thành kính hiển vi (và kính hiển vi thành kính thiên văn), nếu ta đổi thị kính bằng vật kính và vật kính bằng thị kính.

D. Kính thiên văn là dụng cụ quang học bổ trợ, cho phép ta quan sát các vật ở rất xa và kính hiển vi – quan sát các vật rất nhỏ ở gần.

56. Độ bội giác (hay độ phóng đại) của kính hiển vi:

A. tỉ lệ thuận với cả hai tiêu cự của vật kính và thị kính ;

B. tỉ lệ thuận với tiêu cự của vật kính và tỉ lệ nghịch với tiêu cự của thị kính ;

C. tỉ lệ nghịch với tiêu cự của vật kính và tỉ lệ thuận với tiêu cự của thị kính ;

D. tỉ lệ nghịch với cả hai tiêu cự của vật kính và thị kính ;

57. Vật kính và thị kính của kính hiển vi có đặc điểm:

A. Vật kính là một thấu kính phân kì có tiêu cự rất ngắn và thị kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn ;

B. Vật kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự rất ngắn và thị kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn ;

C. Vật kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự dài và thị kính là một thấu kính phân kì có tiêu cự rất ngắn ;

D. Vật kính là một thấu kính phân kì có tiêu cự dài và thị kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự rất ngắn.

58. Độ bội giác thu được với kính lúp và kính hiển vi:

A. là một hằng số đặc trưng của kính.

B. phụ thuộc cả kính và người quan sát.

C. phụ thuộc cả kính, người quan sát lẫn cách ngắm chừng.

D. phụ thuộc kính và cách ngắm chừng, nhưng không phụ thuộc người quan sát.

59. Độ bội giác thu được với một kính hiển vi tốt, có thể thay đổi được trong một phạm vi rộng, là nhờ:

A. vật kính có tiêu cự thay đổi được.

B. thị kính có tiêu cự thay đổi được.

C. độ dài quang học có thể thay đổi được.

D. có nhiều vật kính và thị kính khác nhau.

60. Độ bội giác của kính thiên văn:

A. tỉ lệ thuận với tiêu cự của vật kính và tỉ lệ nghịch với tiêu cự của thị kính.

B. tỉ lệ nghịch với tích các tiêu cự của vật kính và thị kính.

C. tỉ lệ thuận với tiêu cự của thị kính và tỉ lệ nghịch với tiêu cự của vật kính.

D. tỉ lệ thuận với tiêu cự của cả vật kính và thị kính.

61. Chọn câu **sai.**

Độ bội giác của kính lúp

A. khi ngắm chừng ở cực viễn: $G_v = \frac{OC_c}{OC_v}$

B. khi ngắm chừng ở vô cực: $G_\infty = \frac{OC_c}{f}$

C. khi ngắm chừng ở cực cận: $G_c = k$

D. trong trường hợp tổng quát: $G = k.\frac{OC_c}{l\text{-}d'}$

62. Chọn câu **đúng.**

Độ bội giác của kính hiển vi trong trường hợp ngắm chừng ở vô cực là:

A. $G_\infty = k_2 \times G_2$ B. $G_\infty = \frac{\delta}{f_1}$ C. $G_\infty = \frac{Đ}{f_1}$ D. $G_\infty = \frac{\delta Đ}{f_1 f_2}$.

63. Chọn câu trả lời **đúng**

Khi dùng một thấu kính hội tụ tiêu cự f làm kính lúp để nhìn một vật, ta phải đặt vật cách thấu kính một khoảng:

A. nhỏ hơn f B. bằng f C. giữa f và 2f D. lớn hơn 2f

64. Chọn câu trả lời ***sai***

A. Kính lúp có tác dụng làm tăng góc trông ảnh bằng cách tạo ra ảnh ảo, cùng chiều, lớn hơn vật ở trong giới hạn thấy rõ của mắt.

B. Khi kính lúp ngắm chừng ở vô cực hay ở cực viễn thì mắt không điều tiết.

C. Khi kính lúp ngắm chừng ở cực cận thì mắt thấy rõ ảnh với góc trông lớn nhất.

D. Kính lúp đơn giản nhất là một thấu kính hội tụ có độ tụ D nhỏ.

65. Chọn câu trả lời **đúng**

Kính hiển vi có hai bộ phận chính là vật kính và thị kính, trong đó:

A. vật kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự dài, thị kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn.

B. vật kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự rất ngắn, thị kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn.

C. vật kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự dài, thị kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự dài.

D. vật kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn, thị kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự dài.

66. Chọn câu trả lời **đúng**

Kính thiên văn có hai bộ phận chính là vật kính và thị kính, trong đó:

A. Vật kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự dài, thị kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự rất dài.

B. Vật kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự rất ngắn, thị kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn.

C. Vật kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự dài, thị kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn.

D. Vật kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn, thị kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự dài.

67. Chọn câu trả lời **đúng**

Khi kính hiển vi được điều chỉnh để ngắm chừng ở vô cực thì:

A. Khoảng cách giữa vật kính và thị kính bằng $f_1 + f_2$.

B. Khoảng cách giữa vật kính và thị kính bằng $d'_1 + f_2$.

C. Độ dài quang học của kính bằng $f_1 + f_2$.

D. Độ dài quang học của kính bằng $d'_1 + f_2$.

68. Chọn câu trả lời ***sai***

Khi kính hiển vi được điều chỉnh trong điều kiện ngắm chừng ở vô cực thì:

A. Độ bội giác $G = \dfrac{\delta Đ}{f_1 f_2}$.

B. Góc trông ảnh không phụ thuộc vào vị trí đặt mắt.

C. Khoảng cách giữa hai kính là $f_1 + f_2$.

D. Mắt thấy rõ ảnh mà không cần điều tiết.

HƯỚNG DẪN VÀ TRẢ LỜI

I. LĂNG KÍNH

1. Trả lời: Chọn A.

2. Trả lời: Chọn C.

Tia SI vuông góc với mặt bên AB. Tia IJ gặp mặt bên AC dưới góc tới i.

Từ hình vẽ (hình 2G), ta thấy: $i = A$.

Góc ló là r: $\sin r = n\sin i = n\sin A$.

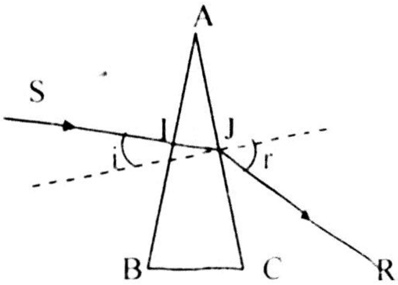
Vì i nhỏ nên r cũng nhỏ.

$\sin i \approx i$, $\sin A \approx A$.

Do đó: $r \approx nA$.

Góc lệch D của tia ló là:

$D = r - i = (n - 1)A$.



Hình 2G

3. Trả lời: Chọn B.

4. Trả lời: Chọn D.

5. Trả lời: Chọn B.

Giải: Vì góc bé $D = A(n - 1) \Leftrightarrow n - 1 = \frac{D}{A}$

$$n = \frac{D}{A} + 1$$

6. Trả lời: Chọn C. **Giải:** Góc lệch $D = A(n - 1)$.

IV. THẤU KÍNH MỎNG

7. Trả lời: Chọn D.

8. Trả lời: Chọn D.

9. Trả lời: Chọn B.

10. Trả lời: Chọn C.

11. Trả lời: Chọn A.

12. Trả lời: Chọn B. So với vật của nó, ảnh thật được tạo thành bởi một thấu kính bao giờ cũng ngược chiều.

13. Trả lời: Chọn A. Một vật ở ngoài tiêu cự của một thấu kính hội tụ bao giờ cũng có ảnh ngược chiều với vật.

14. Trả lời: Chọn D. Khi một vật thật ở cách một thấu kính hội tụ một khoảng bằng tiêu cự của nó thì ảnh không được tạo thành.

15. Trả lời: Chọn B. Ảnh của một vật thật được tạo bởi một thấu kính phân kì không bao giờ là ảnh thật.

16. Trả lời: Chọn B.

Độ phóng đại ảnh âm ($k < 0$) tương ứng với ảnh ngược chiều với vật.

17. Trả lời: Chọn C.

18. Trả lời: Chọn D.

19. Trả lời: Chọn B.

20. Trả lời: Chọn C. Đối với thấu kính hội tụ vật thật ở ngoài khoảng OF có thể có ảnh thật nhỏ hơn hoặc lớn hơn vật.

21. Trả lời: Chọn C.

Đối với thấu kính hội tụ thì vật và ảnh di chuyển cùng chiều.

22. Trả lời: Chọn D.

❖ Hình 16.9.1: A là vật thật, A' là ảnh thật ⇒ Thấu kính hội tụ.

❖ Hình 16.9.2: A là vật thật, A' là ảnh ảo gần thấu kính hơn vật ⇒ Thấu kính phân kì.

❖ Hình 16.9.3: A là vật thật, A' là ảnh ảo xa quang tâm O hơn vật ⇒ Thấu kính hội tụ ⇒ Tất cả đều sai.

23. Trả lời: Chọn A.

24. Trả lời: Chọn A.

25. Trả lời: Chọn B.

Nếu một vật ảo qua thấu kính phân kì có thể tạo ảnh lớn hơn vật.

III. MẮT

26. Trả lời: Chọn C.

27. Trả lời: Chọn B.

28. Trả lời: Chọn D.

29. Trả lời: Chọn D.

30. Trả lời: Chọn C.

31. Trả lời: Chọn D. Vì A, B và C đều đúng.

32. Trả lời: Chọn B. đều sai: Thủy tinh thể của mắt tương tự như vật kính của máy ảnh tức là không thể thay đổi được tiêu cự.

33. Trả lời: Chọn B.

Điểm cực viễn là vị trí mà khi đặt vật tại đó, cho ảnh hiện đúng trên võng mạc khi mắt không điều tiết.

34. Trả lời: Chọn C

35. Trả lời: Chọn A.

36. Trả lời: Chọn A. Mắt không có tật là mắt khi không điều tiết, có tiêu điểm nằm trên võng mạc.

37. Trả lời: Chọn B.

Khi quan sát vật đặt ở điểm cực cận, mắt phải điều tiết mạnh nhất.

38. Trả lời: Chọn C.

39 Trả lời: Chọn A. Mắt không có tật, không điều tiết.

40. Trả lời: Chọn D.

41. Trả lời: Chọn D. Cả A, B, C đều đúng.

42. Trả lời: Chọn D.

43. Trả lời: Chọn D.

44. Trả lời: Chọn A.

45. Trả lời: Chọn C.

46. Trả lời: Chọn A.

47. Trả lời: Chọn C. Khi mắt điều tiết thì khoảng cách giữa thủy tinh thể và võng mạc không thay đổi. ⇒ Câu sai C

48. Trả lời: Chọn B. Người đó đã chọn thấu kính phân kì. Cách chọn chưa chính xác vì khi nhìn thấy ở vô cực nhưng có thể người đó đã phải điều tiết.

49. Trả lời: Chọn D.

Mắt bị tật cận thị có điểm cực viễn cách mắt khoảng 2m trở lại.

50. Trả lời: Chọn B.

Mắt bị tật viễn thị nhìn vật ở xa phải điều tiết.

51. Trả lời: Chọn B.

52. Trả lời: Chọn B.

53. Trả lời: Chọn D.

IV. KÍNH LÚP. KÍNH HIỂN VI. KÍNH THIÊN VĂN

54. Trả lời: Chọn D.

55. Trả lời: Chọn A.

56. Trả lời: Chọn C.

57. Trả lời: Chọn D. $G_\infty = \frac{\delta D}{f_1 f_2}$.

58. Trả lời: Chọn B.

59. Trả lời: Chọn C.

60. Trả lời: Chọn D. Có nhiều vật kính và thị kính khác nhau

61. Trả lời: Chọn A.

62. Trả lời: Chọn A.

63. Trả lời: Chọn D.

64. Trả lời: Chọn A.

Khi dùng một thấu kính hội tụ tiêu cự f làm kính lúp để nhìn một vật, ta phải đặt vật cách thấu kính một khoảng nhỏ hơn f.

65. Trả lời: Chọn D.

66. Trả lời: Chọn B.

67. Trả lời: Chọn C.

68. Trả lời: Chọn B.

Khi kính hiển vi được điều chỉnh để ngắm chừng ở vô cực thì độ dài quang học của kính bằng $d'_1 + f_2$.

69. Trả lời: Chọn C.